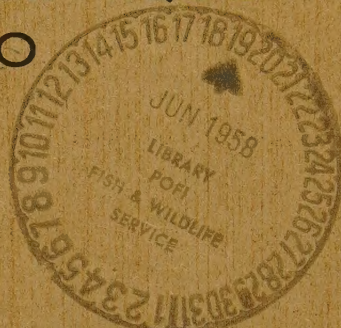


REPUBLIQUE TUNISIENNE

Secrétariat d'Etat au Commerce et à l'Industrie

STATION OCEANOGRAPHIQUE
DE SALAMMBO

ANNALES N° XI



CONTRIBUTION A LA BIOMETRIE
A LA BIOLOGIE
ET LA PHYSICO-CHIMIE
DE LA MOULE COMMUNE

(*Mytilus galloprovincialis* Lmk)

par

Edmond RICCI

1957

ANNALES N° XI

**CONTRIBUTION A LA BIOMETRIE
A LA BIOLOGIE
ET LA PHYSICO-CHIMIE
DE LA MOULE COMMUNE**

(Mytilus galloprovincialis Lmk)

par

Edmond RICCI

1957

En tête de ces pages, j'inscris le nom du Professeur KOLLMANN qui a toujours été pour moi, depuis mes premiers contacts avec la Faculté, un guide sûr et éclairé en même temps qu'un professeur dont la valeur n'avait d'égale que la modestie avant de m'honorer de son amitié. Je rends un hommage ému au Maître, récemment disparu, qui m'avait engagé dans le travail dont je présente aujourd'hui les résultats : il restera pour moi un vivant exemple.

Je tiens également à citer mon ami le Professeur Jean-Marie PERES, Directeur de la Station Marine d'Endoume, qui a bien voulu me conseiller très utilement dans la tâche entreprise. Sa grande compétence, son dynamisme, ses initiatives et son affabilité bien connus m'ont été d'un précieux secours et je l'en remercie bien sincèrement.

Mes remerciements vont également à Messieurs POSTEL, Directeur de la Station Océanographique de Salammbô, et PETIT, Directeur du Laboratoire Arago à Banyuls, qui m'ont accueilli avec la plus grande amabilité dans leurs établissements ainsi qu'à Monsieur DOUIK, actuellement Directeur de la S.O. de Salammbô qui a bien voulu accueillir ces pages dans les Annales de la Station.

Enfin, je tiens à exprimer ma reconnaissance à tous ceux qui, de près ou de loin, m'ont aidé dans la mesure de leurs moyens, à réaliser le travail que je présente aujourd'hui.

INTRODUCTION

A toutes les époques de notre histoire les hommes ont eu l'idée de transporter des animaux de leur élément naturel dans un milieu différent, ces tentatives se soldant la plupart du temps par la mort des individus ainsi malmenés.

Le plus ancien à ma connaissance est COLUMELLE, auteur latin qui nous apprend l'apport de Mulets, Chiens de mer, Bars et Daurades dans les lacs de l'Etrurie et la plus ou moins grande facilité de développement des Soles, Turbots, Palourdes, Huîtres, Pourpres dans les marécages du Latium.

Il est probable qu'aucune méthode scientifique ne présidait à ces tentatives rudimentaires ; de même nous ne savons pas quel crédit il faut accorder à ces affirmations pour le moins étonnantes. Cependant, il est remarquable que ces tentatives furent poursuivies, dans les siècles qui suivirent avec une rigueur expérimentale de plus en plus grande, mais aussi avec des résultats beaucoup moins sensationnels que ceux rapportés par COLUMELLE.

En effet, si nous nous limitons aux êtres aquatiques, le milieu dans lequel ils vivent est généralement un milieu exclusif de tout autre, par exemple un animal marin succombe très rapidement si on le plonge dans l'eau douce et vice versa. Il semble « a priori » que la salinité ambiante soit responsable de cet état de choses, c'est-à-dire que la constance plus ou moins rigoureuse de la teneur en sels du milieu extérieur est un facteur indispensable au maintien de leur vie. Ceux qui ne peuvent supporter sans périr des variations même légères de cette teneur en sels sont appelés **Sténohalins** (Céphalopodes, la plupart des Poissons pélagiques) ; quant à ceux qui admettent un milieu de concentration saline, différente de la concentration habituelle, on les qualifie d'**Euryhalins** (Mugillidés, Carcinus mænas, par exemple).

Or certains êtres peuvent passer indifféremment d'un milieu à un autre plus ou moins concentré, mais il n'est pas possible en général de les transporter impunément de l'eau de mer dans l'eau douce ou inversement. Il y a pourtant des exceptions à cette règle, tout d'abord les Poissons de mer qui viennent pondre en eau douce (**Anadromes**, tels que les Saumons, Aloses, Lamproies), ensuite ceux qui descendent le cours des rivières pour aller se reproduire dans la mer (**Catadromes**, comme l'Anguille). Certains Poissons tels que le Fundulus ou l'Épinoche peuvent vivre dans les milieux de salinité très variable.

D'où classification des animaux aquatiques :

1° **Sténohalins** : la salinité extérieure doit être constante.

2° **Euryhalins** : peuvent admettre des modifications de la salinité extérieure ; composés de deux groupes :

A — Ne changent jamais d'habitat.

B — Migrent naturellement vers l'eau douce (Anadromes) ou vers l'eau de mer (Catadromes) ou bien supportent indifféremment l'un ou l'autre milieu.

Cette classification fait ressortir la notion de milieu extérieur. Celle de milieu **intérieur** n'est pas moins importante. Introduite en physiologie par Claude BERNARD en 1876, la notion de milieu intérieur groupe les « conditions intrinsèques de la substance vivante, c'est-à-dire...celles qui sont résumées dans le mot d'organisation. L'absence de l'un ou l'autre de ces deux facteurs, l'organisation d'une part, les conditions du milieu de l'autre, a la même conséquence, qui est d'empêcher tout phénomène vital. La vie est le résultat d'une collaboration étroite, ou en d'autres termes, d'un conflit entre deux facteurs, l'un extérieur, l'autre interne...»

Pour certains organismes simples, pour les Infusoires et même pour d'autres êtres placés plus haut dans l'échelle animale entrant directement en relation avec le monde ambiant, le milieu vital est celui dans lequel ils sont plongés. Chez les êtres plus élevés en organisation, il existe un intermédiaire entre la matière vivante et le monde extérieur qui ne sont plus ainsi en contact direct l'un de l'autre : c'est un véritable milieu intérieur au moyen duquel se font les échanges et c'est le plasma sanguin.

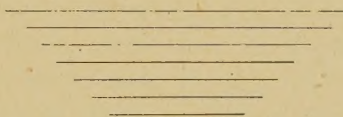
Considérons la nature plus ou moins étroite des relations du milieu extérieur avec le milieu intérieur, par suite avec l'animal ; en effet, nous savons que chez les êtres inférieurs il n'y a pas de milieu intérieur et que chez d'autres le milieu n'a aucune indépendance ; en second lieu nous pouvons observer, dans la série animale, des relations étroites entre la substance vivante et le monde environnant, enfin il existe des êtres affranchis des servitudes cosmiques, dont la vie s'écoule « dans une véritable serre chaude » (Cl. BERNARD).

A l'époque de ce grand biologiste, les conditions fondamentales que doit posséder le milieu intérieur pour rester apte à entretenir la vie étaient : la teneur en eau, la richesse en oxygène, la température, la composition chimique. Depuis cette époque on a pu préciser certaines notions, particulièrement la teneur en eau qui s'exprime essentiellement par la concentration moléculaire ; en outre la réaction ionique du milieu interne a une grande importance car elle est presque toujours constante.

Ces interactions milieu extérieur-milieu intérieur en considérant les sels et le pH ne doivent pas nous faire oublier que les animaux se nourrissent et que d'autre part ils sont plus ou moins sensibles aux variations de température, à l'agitation de l'eau, à des matières dissoutes ou en suspension dans l'eau, etc. De tous ces facteurs du milieu extérieur, celui concernant les matières organiques présentes dans l'eau et condition-

nant la nutrition apparaît comme des plus importants, puisque divers biologistes en ont publié des études fort intéressantes.

Une meilleure connaissance des êtres aquatiques eux-mêmes et des milieux dans lesquels ils vivent ou peuvent prospérer est indispensable surtout quand on a l'idée de faire développer ces êtres en vue de les intégrer dans notre nourriture. C'est ainsi qu'une mytiliculture digne de ce nom doit être appuyée sur une connaissance aussi complète que possible des Moules et du milieu extérieur. Voilà pourquoi les travaux effectués au laboratoire et dans la nature doivent être orientés vers des réalisations pratiques qui n'excluent cependant pas les déductions un peu plus spéculatives ayant trait aux grands problèmes de la biologie.



HISTORIQUE

En laissant de côté les écrits des Anciens, il faut arriver à BEUDANT (1816) pour avoir des compte-rendus sérieux encore qu'insuffisamment explicites ; il opérait avec des Mollusques marins qu'il plaçait dans l'eau douce et des Mollusques d'eau douce qu'il plongeait dans l'eau de mer : ces animaux mouraient rapidement et n'arrivaient à survivre qu'après une modification très lente du milieu extérieur ; la survie était de l'ordre de cinq mois en eau douce pour Patelles et Moules, à côté de Limnées et Planorbes, avec un pourcentage de décès de 36 pendant que les individus d'une série témoin conservés dans l'eau de mer mouraient normalement dans une proportion de 34 %.

Paul BERT (1883) étendit ces recherches aux Vertébrés et constata que l'eau douce agit par endosmose exagérée, gonflant les branchies où la circulation s'arrête et que l'acclimatation se fait facilement jusqu'à un tiers environ de la salure de l'eau de mer ; au delà, la mort survient aisément. Ces recherches étaient fort complètes mais elles ne faisaient aucune allusion sérieuse au milieu intérieur dont on connaissait pourtant l'importance.

C'est Léon FREDERICQ (1901) qui étudia le premier les propriétés du milieu intérieur en fonction de celle du liquide entourant l'animal ; ses observations se trouvèrent confirmées par le cryoscope que la physiologie venait d'adopter. En effet BOTTAZZI (1905) arrive à des conclusions analogues à celles de FREDERICQ, à savoir : les Invertébrés et les Poissons cartilagineux ont une pression osmotique de leurs liquides internes égale sans exception à celle de l'eau de mer ; les Téléostéens présentent un début d'indépendance puisque la pression osmotique de leur sang est inférieure de moitié environ à celle de l'eau de mer.

D'autre part QUINTON (1900) s'occupe de la variation du milieu intérieur quand on modifie la salinité ambiante et trouve que la teneur en sels du sang des Invertébrés marins se modifie parallèlement pour rester égale à celle du milieu extérieur. Cette variation serait due à un passage d'eau et à un passage de sels à travers la paroi extérieure de l'Invertébré d'où conclusion : « la paroi extérieure de l'Invertébré marin est par excellence une membrane dialysante et l'Invertébré marin élevé, fermé anatomiquement au milieu extérieur, lui est ouvert osmotiquement. »

Après ce premier travail de physiologie comparée visant à déterminer la façon dont se modifie le milieu intérieur des êtres aquatiques quand la salinité ambiante varie, diverses études de physico-chimie précisèrent ces phénomènes d'adaptation, notamment celle de CALUGAREANU (1915).

Les travaux de physiologie de H.F.A. MARCHAND (1916, 1919) ont le mérite de faire le point de diverses questions concernant la Moule commune de Provence (*Mytilus galloprovincialis* Lmk) ; il est particulièrement intéressant pour ce qui concerne les facteurs influant sur le développement de ce Mollusque. C'est ainsi que le sexe paraît n'avoir aucune influence sensible sur l'accroissement des individus, car mâles et femelles présentent des poids peu différents les uns des autres, à peine y aurait-il un excédent en faveur de la femelle; mais à dimensions égales, la femelle pèse de un à quelques grammes de plus que le mâle, ce fait étant dû à la pulpe qui est plus développée par suite de la nécessité de réserves plus grandes pour la femelle que pour le mâle.

Quant à l'âge le plus favorable à une forte croissance, il semble se situer entre dix et vingt mois ; au-dessus de dix sept mois, la coquille seule détermine l'accroissement de poids, d'où conseil aux mytiliculteurs : se servir pour le commerce de Moules de quinze mois environ.

En outre, comme le développement maximum se fait entre juin et août, c'est-à-dire au moment où la charge de réserve est maxima, il vaut mieux élever la Moule en été si l'on veut obtenir une chair à la fois plus abondante et savoureuse ; et si le développement est assez peu important au printemps, il est suivi au mois d'août d'une chute de poids de la pulpe au moment où la Moule lâche ses embryons, sans que ce poids toutefois descende au-dessous de la valeur atteinte au printemps. Les différences entre le poids de la pulpe femelle et celui de la pulpe mâle sont de 1,6 % au printemps et 3,4 % en hiver.

D'autres facteurs comme les marées dont le contrecoup est nuisible à tous points de vue, la nutrition, l'aération qui se fait de plus en plus mal au fur et à mesure de la dilution du milieu extérieur ont été également étudiés avec une précision plus ou moins grande. Mais il est certain que le facteur sels retentit le plus fortement sur la physiologie de la Moule avec les chiffres suivants :

CONCENTRATION DE L'EAU DE MER (chlorures)	POIDS DE PULPE (par kg. Moules)
BERRE : 17 à 19 g/litre	124 à 208 g
TOULON : 27,5 g	235 g
BIZERTE : 32,5 g	123 à 189 g

D'où conclusion : une salinité de 18 à 30 g de chlorures par litre favorise le développement ainsi, du reste, que la mytiliculture dont les produits sont susceptibles d'avoir une pulpe développée pour une coquille mince.

Enfin la mise en contact de la Moule avec de l'eau de mer progressivement diluée à raison de 10 g. par jour permet d'observer des survies de huit jours pour de l'eau ne renfermant plus que 8 g. de chlorures par litre, limite extrême réalisée. Avec de l'eau

douce le Mollusque meurt beaucoup plus vite. Dans le cas où la Moule est mise en contact direct de l'eau douce par découpage de deux demi-ellipses en regard sur les valves des individus, sans léser le manteau, le minimum de survie observé est de 3 heures ; dans le cas où c'est par injection à la seringue de Pravaz que l'eau douce est mise au contact de l'animal, le maximum de survie observé est de 31 heures ; habituellement

10 % des Moules meurent en 4 heures				
20 à 25 %	—	—	—	8 —
40 à 50 %	—	—	—	14 —
70 à 80 %	—	—	—	24 —

La résistance ne semble pas influencée par le sexe ou par l'âge.

Si les Moules sont plongées dans l'eau douce, elles n'ouvrent pas leurs valves ou très peu, elles semblent vouloir d'abord « reconnaître » le milieu ambiant, n'évacuent aucun excrément et ne se fixent pas par leur byssus ; la salure de l'eau de mer retenue entre les valves pendant l'immersion dans l'eau douce diminue pendant le premier jour, reste ensuite stationnaire puis décroît encore ; la première diminution serait due à la « reconnaissance » du milieu extérieur par la Moule, la deuxième à la fatigue musculaire provoquée par l'occlusion permanente.

De 30,8 o/oo de sels on passe à 26,8 o/oo en un jour, puis à 26,6 et 25,2 o/oo au bout de deux et quatre jours à 19,2 o/oo au bout de cinq jours et enfin à 0,8 o/oo au moment de la mort des Mollusques. A ce moment, 0,8 représente pour le liquide intervalvaire la même concentration que l'eau douce extérieure. Il y aurait donc asphyxie, manque de renouvellement de l'eau, donc de l'oxygène, et non contact direct avec l'eau douce, qui entraînerait la mort. D'où la conclusion suivante : si la Moule n'est pas forcée d'entrer en contact avec le milieu extérieur, les survies sont beaucoup plus grandes que dans les cas envisagés précédemment (minimum : 36 heures ; maximum : 195 heures) et d'ordinaire :

5 % meurent en 60 heures				
10 à 15 %	—	—	—	72 —
40 à 50 %	—	—	—	96 —
70 à 80 %	—	—	—	108 —
90 à 95 %	—	—	—	120 —

Ces notions ont un intérêt pratique : la mytiliculture n'est pas à recommander dans un étang à eau plus ou moins saumâtre, cependant, l'eau douce ayant la propriété de tuer rapidement les parasites des Moules (Annélides, notamment, en vingt minutes) peut servir à la destruction radicale de ces organismes.

Le travail de France GUEYLARD (1924) sur l'Épinoche est remarquable par les acquisitions qu'il apporte sur ce petit poisson d'eau douce qui supporte le passage brusque dans l'eau de mer ; au cours du passage il y a d'abord diminution rapide du poids pendant une demi-heure due à un phénomène osmotique, puis le poids reprend sa valeur primitive ou la dépasse, ce qui est le fait d'une réaction particulière ou de l'organisme s'opposant à une nouvelle perte d'eau ; le mécanisme consisterait dans une

modification du coefficient lipocylique : $\frac{\text{cholestérine}}{\text{acides gras,}}$ sous l'influence

des changements de salinité ; ce coefficient est plus élevé (de 50 % environ) pour les Epinoches d'eau douce que pour les Epinoches séjournant dans l'eau salée.

Marcel DUVAL (1925), étudiant le milieu intérieur d'animaux aquatiques, montre entre autres que le sang des Invertébrés marins reste sensiblement isotonique avec l'eau de mer plus ou moins concentrée ; exceptionnellement, le sang des Crustacés se maintient hypertonique à l'eau de mer diluée, phénomène particulièrement accentué dans le cas du Crabe *Carcinus maenas*.

Il trouve d'autre part que les êtres aquatiques ont tendance à ramener à la neutralité le pH du liquide acidifié ou alcalinisé qui les baigne ; la toxicité dépend non seulement du pH mais encore de la qualité de l'acide, c'est ainsi qu'à pH égal, l'acide acétique qui donne peu d'ions H^+ est plus rapidement mortel que l'acide chlorhydrique complètement dissocié ; en eux-mêmes les ions H^+ et OH^- paraissent être peu toxiques. En outre la réaction du sang est comprise entre pH = 7,1 et pH = 7,8 et semble indépendante de la nature du milieu extérieur.

Les tissus sont plus acides que le sang, leur pH pouvant être compris entre 5,8 et 7,0.

Les recherches de DUVAL font la lumière sur certains points peu connus ou même aperçus sous un aspect différent de la réalité et elles précisent divers autres points qui avaient été jusqu'alors laissés de côté par les biologistes.

Les travaux de YOUNG (1941), de BERNER (1939, 44), de COE et FOX (1942), de FISCHER (1948), de GEORGE (1952) et de SCHLIEPER (1955) apportent quelques compléments à ce qui vient d'être résumé, notamment en ce qui concerne la Moule commune et ses rapports avec le milieu ambiant.

Les phénomènes de nutrition par le tube digestif et le tégument ont été surtout étudiés par RANSON (1927), par CHAUCHARD (1935) et par FRETTER (1953) qui démontrent la pénétration de diverses matières chez les mollusques et le pouvoir nutritif des matières organiques de l'eau environnante.

Au point de vue biologie, divers Mollusques, dont la Moule, ont été le thème des travaux de FISCHER-PIETTE (1941) sur la croissance et la longévité en fonction du milieu de RICHARDS (1928, 1932), de STRELIN (1939), de YOUNG (1945) ; une excellente vue générale sur la vie et les mœurs des Mollusques a été donnée par FISCHER en 1950 suivie de près par une étude de VILELA (1950) qui considère divers aspects biologiques de *Tapes decussatus* du Tage ; c'est ainsi que, à partir de la limite des marais, la plus grande densité de la population se trouve vers 75-80 mètres ; en un an, la taille des Mollusques augmente d'abord rapidement, puis la croissance se ralentit beaucoup. La reproduction s'effectue surtout en juillet-août, époque pendant laquelle les individus sont, en majorité, sexuellement mûrs ; il y a deux pontes, ce qui rappelle l'observation rappelée par BERNER (1935) sur *Mytilus galloprovincialis* ; elles sont abondantes si l'eau a une température minima déterminée.

Enfin, le travail se termine par une étude économique de ce *Tapes*, dont plus de 90 % proviennent de l'Algarve, et de la valeur alimentaire de ce bivalve.

SAVILOV (1935) a fait paraître une étude de la croissance des Invertébrés de la Mer Blanche parmi lesquels Mytilus edulis. Il divise les régions considérées en zones écologiques pour une analyse comparative des changements de croissance et de développement, enfin représente graphiquement les résultats obtenus. Il mesure les dimensions de l'animal (en l'occurrence, la longueur de la coquille), évalue la cadence de croissance annuelle, la durée de la vie, la formation et l'émission de produits sexuels ainsi que la période de ponte et ce, sur un total de 2.930 exemplaires répartis en 19 habitats différents. Notons que, pour SAVILOV, Mytilus galloprovincialis n'est qu'une variété géographique de Mytilus edulis et se distingue peu de celle-ci au point de vue morphologique.

Mytilus edulis peut atteindre une taille de 26 à 70 millimètres avec une longévité de 7 à 25 ans ; sa maturité sexuelle peut être atteinte vers 2 ans dans des conditions favorables, vers 6 à 8 ans dans des conditions défavorables, mais elle dépend aussi des dimensions de l'animal (10 à 11 millimètres de longueur minima). La croissance est plus rapide au printemps et correspond au développement plus ou moins précoce de la glande sexuelle.

Les Moules de la Mer Blanche se multiplient une fois par an et la fécondation dans toutes les zones commence avec la hausse de la température de l'eau jusqu'à + 13° centigrades, cependant qu'à moins de + 12° la fécondation ne se produit plus, même si la glande sexuelle est développée et les produits sexuels mûrs.

Certains des travaux précédents présentent leurs résultats sous forme de tableaux et de graphiques donnant des précisions sur l'état de la croissance des Mollusques et confirmant de façon quasi mathématique, les recherches moins étoffées de biologistes anciens ou contemporains.

En ce qui concerne la mytiliculture, ce sont surtout les publications de LAMBERT (1940, 1943, 1950) qui font autorité depuis fort longtemps, mais il ne faut pas omettre de citer parmi les auteurs anglo-saxons : SCATTERGOOD et TAYLOR (1949) qui étudient la production moulière dans l'Atlantique Nord où la récolte atteint un maximum en février et en été ; il y a de grandes possibilités de récolte et même de fabrication de conserves, celle-ci ayant commencé en 1942.

Tous ces travaux (et ceux que l'on ne peut énumérer) étant orientés vers la biologie, l'écologie, la physiologie au sens large, font quelque peu perdre de vue la connaissance de la Moule elle-même. Après l'ouvrage de VIDAL (1871), l'excellente monographie de SABATIER (1877) et celle de Kathleen WHITE (1937) on ne peut citer que des études partielles comme celle de SOOT-RYEN (1927) sur les proportions de la coquille des Mytilidés de Norvège et celle de GRAHAM (1949). Et malgré tout, il y a encore des points obscurs ou controversés qui concernent ce Mollusque banal, trop banal sans doute pour qu'on croie que tout n'a pas été dit sur lui.

Même les parasites de la Moule, connus depuis fort longtemps, semblent délaissés sitôt repérés, sauf le célèbre « Cop rouge » (Mytilicola intestinalis) à propos duquel on évoque surtout les noms de KORRINGA et de LAMBERT et qui a été à l'origine du « colloque du Cop rouge » de 1951.

En somme, quand on fait le point de nos connaissances sur les Mollusques et plus particulièrement sur la Moule commune, on est surpris de constater à quel degré certaines de nos connaissances sont fragmentaires. Aussi me suis-je posé plusieurs questions :

La Moule est-elle susceptible de supporter des variations notables de la salinité extérieure ? Jusqu'à quel point ? Dans quelles proportions ? Y a-t-il des différences sexuelles de ce point de vue ?

D'autre part, quel rôle joue la température dans ces variations ? La saison ? Le pH du milieu ambiant ? L'état des Mollusques au début des expériences ?

En outre, j'ai jugé intéressant de faire varier graduellement les conditions extérieures afin d'acclimater les Moules à un milieu de plus en plus dilué. Peuvent-elles supporter des dilutions voisines de l'eau douce si on procède très lentement ? Quelle cadence de dilution est-elle satisfaisante ?

De plus, après avoir constaté et précisé le pouvoir d'adaptation de la Moule, j'ai cherché à pousser plus avant mes investigations en étudiant les variations de poids que subit le Mollusque dans son passage d'un milieu dans un autre plus dilué (adaptation rapide et adaptation lente), les variations de la teneur en eau et de la concentration moléculaire des tissus dans les deux cas.

Par ailleurs, il m'a semblé utile d'apporter ma contribution à une meilleure connaissance de la Moule en examinant les caractères sexuels de ce Mollusque sur lesquels les avis me paraissaient discordants ou inexacts ; en comparant les valves entre elles et la coquille avec la pulpe.

Enfin, j'ai profité d'un séjour en Afrique du Nord pour tenter une coordination entre ces diverses questions et surtout pour chercher les relations entre matières organiques et possibilités de mytiliculture en Tunisie.

1. — CARACTERES SEXUELS

1°) Généralités — Détermination du sexe

Jusqu'à une époque assez rapprochée de la nôtre, les Moules étaient considérées comme hermaphrodites, mais en réalité, les deux sexes se différencient aisément grâce à un examen précis.

Extérieurement, aucun caractère ne permet la distinction de la femelle du mâle, seul l'examen de la Moule ouverte permet de donner une indication relativement nette. En effet, la couleur du manteau est parfois assez démonstrative, mais il arrive aussi que le manteau soit très fin, que les deux lobes soient représentés par une membrane transparente dont la couleur est sinon impossible, du moins très difficile à préciser. On n'a souvent que la ressource de faire des prélèvements au niveau du manteau ou dans la bosse de Polichinelle. Les organes génitaux sont normalement présents dans la bosse de Polichinelle, mais ils peuvent, selon la taille de la Moule, son état sexuel, ses conditions générales de vie, se développer dans le manteau et lui conférer à la fois une consistance charnue et une couleur appropriée.

Je me suis astreint, dans les expériences où il me paraissait nécessaire de connaître le sexe avec précision, dans de nombreuses expériences particulières ou dans beaucoup d'expériences d'intérêt général, à procéder à l'examen microscopique de prélèvements que j'opérais à l'aide d'un scalpel soit en m'attaquant à la bosse de Polichinelle, soit en raclant une partie du manteau. Même au faible grossissement, il n'y a pas d'erreur possible : ovules ou spermatozoïdes donnent aux préparations extemporanées un aspect très caractéristique. Bien entendu, je ne conclusais : « femelle » ou « mâle » que si j'avais aperçu des ovules ou des spermatozoïdes. Inutile d'insister sur le fait que si la présence d'ovules ou de spermatozoïdes dans la cavité palléale offre un caractère d'abiguïté, la présence d'ovules dans la bosse de Polichinelle (ou de spermatozoïdes) est un caractère exclusif.

Si un examen était insuffisamment démonstratif, je passais à un deuxième prélèvement afin d'avoir une assurance quant au sexe recherché.

Les recherches dont je donne ci-après les résultats ont porté sur plusieurs centaines de Moules et représentent un ensemble homogène d'où ressortent des caractères assez nets.

2°) **Résultats** : groupés en quatre paragraphes, ils sont à peu de chose près du même ordre que ceux que j'ai obtenus au cours de recherches antérieures. Ils me permettent de baser mes conclusions sur des chiffres plus solidement assis qu'auparavant.

I — **Proportions des sexes** — Contrairement à ce que l'on trouvait couramment dans les ouvrages traitant de la Moule, il me paraît erroné d'affirmer que pour une Moule mâle on trouve huit à dix femelles ou même moins encore. En effet,

le nombre de Mollusques examinés avec le soin dont je parle ci-dessus pendant des années de recherches, dépasse 2000 ; or, sur ce total, voici comment apparaissent les proportions des sexes :

Expériences dites d'adaptation rapide (et divers) = 1 874 Moules
 Expériences — — — lente = 320 Moules

Voir tableau 1.

Tableau 1 — Proportions des sexes

TOTAL DES MOULES EXAMINÉES	NOMBRE DE FEMELLES	NOMBRE DE MALES	% FEMELLES	% MALES
Expériences de base	272	173	63,6	36,4
Sexe	88	48	54,5	45,5
Saisons	252	136	53,9	46,1
Température	232	144	62,0	38,0
pH	436	240	55,0	45,0
Conditions de vie	192	98	51,0	49,0
Teneur en eau	264	139	52,6	47,4
Concentration moléculaire	138	72	52,1	47,9
Adaptation lente	320	171	53,4	46,4
2 194	1 221	973	55,6	44,4

Soit une différence moyenne de 11,2 % en faveur des femelles. Cette différence qui marque la prédominance du nombre des femelles sur les mâles rappelle d'assez près ce que j'avais déjà remarqué voici quelques années. On ne peut que constater ce fait sans trouver pour le moment d'explication satisfaisante. Cela peut venir d'un nombre plus grand de naissances femelles que de naissances mâles, ou bien d'une mortalité plus grande des mâles que des femelles. J'opterais plutôt pour la première hypothèse encore que l'on ne puisse être affirmatif qu'avec des bases expérimentales solides.

J'ai eu l'occasion de procéder sur la Moule commune (*Mytilus edulis* L.) à un examen systématique d'un grand nombre d'échantillons, plus de 150 (exactement 162) provenant directement d'Allemagne, puis sur des lots isolés dont je vérifiais toujours la provenance. L'espèce ci-dessus est souvent considérée, par certains, comme ayant une « variété » galloprovincialis, aussi ai-je tenu à m'occuper de certains aspects de cette question.

Sur le total des Moules examinées (247) les proportions suivantes ont été obtenues :

femelles : 58,2 %
 mâles : 41,8 %

Soit une différence de + 16,4 % en faveur des femelles, ce qui permet d'affirmer que chez Mytilus edulis les proportions des sexes ne diffèrent pas sensiblement de celles constatées chez Mytilus galloprovincialis. Il y aurait donc dans l'une et l'autre espèce une quasi égalité femelles-mâles, avec tout de même une légère prépondérance des femelles sur les mâles.

2. — Couleur différentielle du manteau. — J'ai encore trouvé, dans divers articles récents, une affirmation qui me paraît être de la part de leurs auteurs, un simple plagiat d'opinions fort anciennes, de croyances fortement ancrées et qu'il est difficile de déraciner. Il s'agit de la couleur du manteau des Moules femelles « blanc ou légèrement jaunâtre » et de celui des mâles « rouge ou brique ». On a en effet observé que les organes génitaux ne restent pas limités à la bosse de Polichinelle, ils arrivent à atteindre dans les deux sexes un développement tel que le manteau prend une couleur très caractéristique. Mais ceci n'a rien d'inéluctable et d'autre part on ne peut faire de la couleur du manteau qu'un critère relatif car j'ai rencontré bien souvent des Moules au manteau très clair ou même translucide et j'aurais été bien embarrassé de les qualifier de femelles ou de mâles si je m'étais contenté de la couleur.

De plus, j'aurais certainement fait de nombreuses erreurs de diagnostic si j'avais « a priori » attribué le sexe mâle à toute Moule rouge ou brique.

J'avais pourtant déjà attiré l'attention sur ces faits, mais il semble que je n'aie pas été suffisamment suivi. Aussi suis-je obligé d'insister, avec l'appui de nombreuses observations portant sur des centaines d'individus étudiés avec la plus grande attention.

Je précise que la couleur mentionnée est celle des Moules au début de l'expérience, car en cours ou en fin d'expérience, le manteau peut se décolorer plus ou moins ou même se vider de ses produits sexuels ; de plus les quantités d'individus étant, à quelques unités près, ceux déjà cités, je me bornerai à donner en un tableau récapitulatif (N° 2), les pourcentages de colorations observés en adoptant une gamme aussi réduite que possible.

Remarquons que :

1 - La teinte orange rosé a été mise après orange brique du fait que dans le spectre on trouve dans l'ordre : ...jaune, orange, rouge.

2 - Ces résultats sont suffisamment démonstratifs : les femelles ont un manteau de couleur beaucoup plus souvent orange ou brique que les mâles dont le manteau est plus fréquemment jaune ou blanchâtre. *

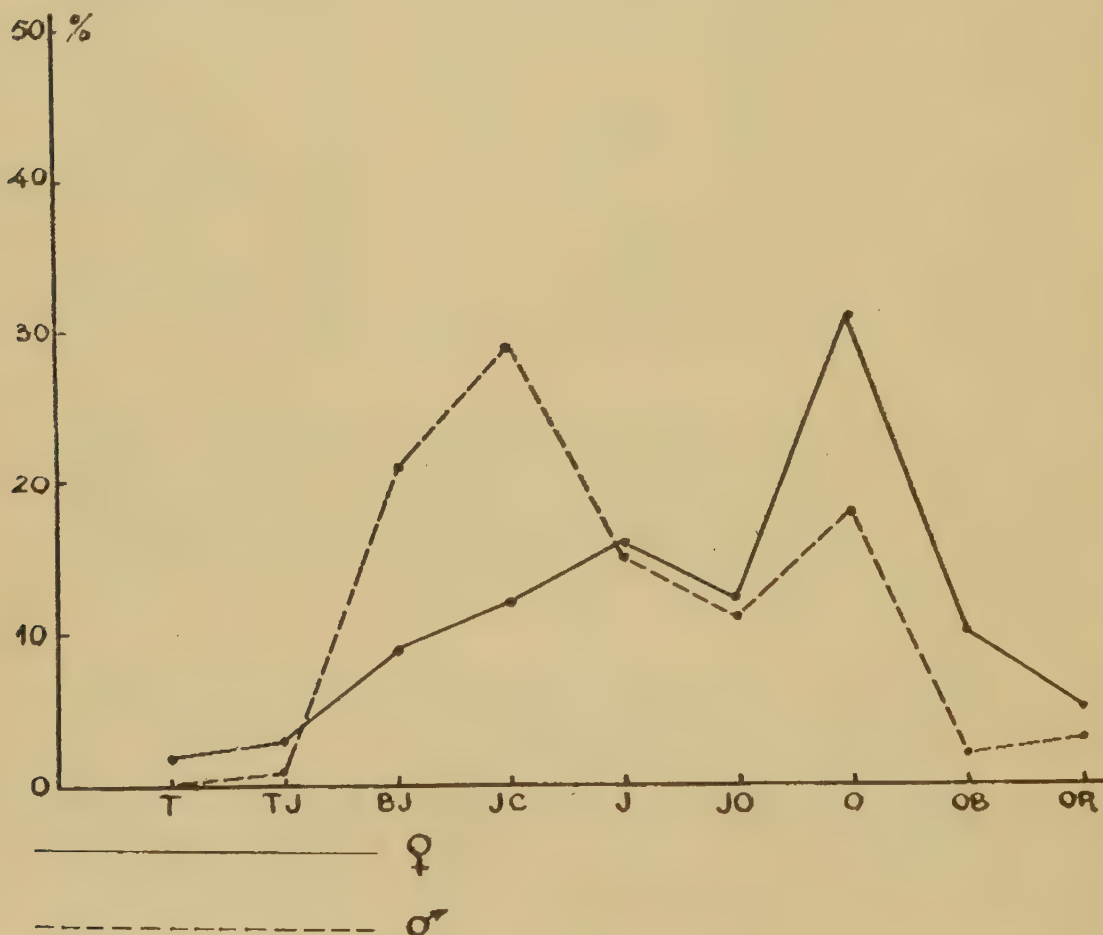
* Je tiens à préciser que le seul auteur à ma connaissance qui soit d'accord avec moi est Kathleen WHITE ; Elle annonce les différences sexuelles suivantes :

mâles = yellow or cream
femelles = apricot or red

Tableau 2 — Couleur différentielle du manteau (en %)

COULEURS		FEMELLES	MALES
Translucide	T	2	0
Translucide jaunâtre	TJ	3	1
Opaque blanchâtre à jaune blanchâtre	BJ	9	21
Opaque jaunâtre à jaune clair	JC	12	29
Opaque jaune	J	16	15
Opaque jaune orangé	JO	12	11
Opaque orangé	O	31	18
Opaque orangé brique	OB	10	2
Opaque orangé rose	OR	5	3
		100	100

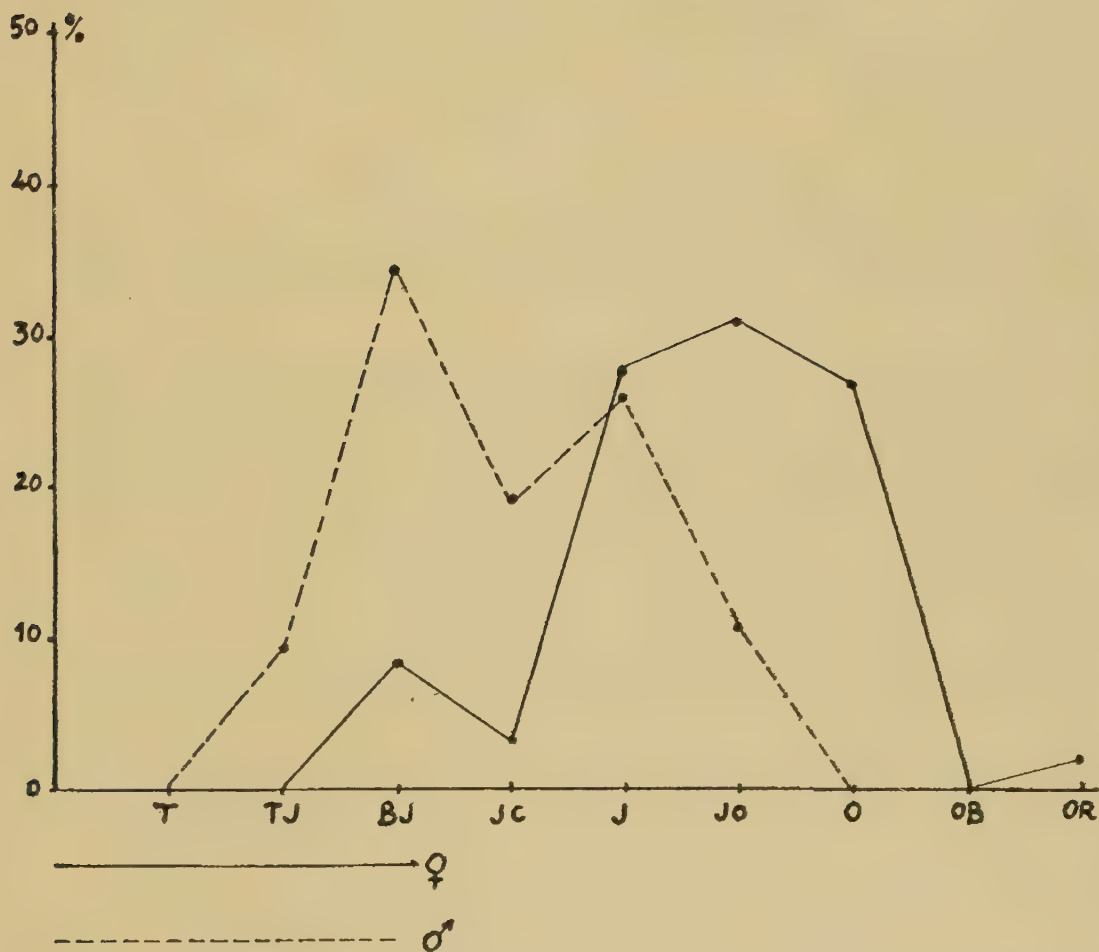
Le graphique ci-après rassemble de façon plus nette l'ensemble de ces observations. (Fig. 1)



Polygones de fréquence des couleurs du manteau.

Fig. 1.

Chez Mytilus edulis, les observations faites en automne surtout m'ont conduit au tableau suivant (2 bis) accompagné d'un graphique (Fig. 1 bis) tracé avec le même souci que celui concernant Mytilus galloprovincialis.



Polygones de fréquence des couleurs du manteau (Mytilus edulis)
Fig. 1 bis.

Tableau (2 bis) — Couleur différentielle du manteau (en %)

COULEURS		FEMELLES	MALES
Translucide	T	0	0
Translucide jaunâtre	TJ	0	9,4
Opaque blanchâtre à jaune blanchâtre	BJ	8,7	34,5
Opaque jaunâtre à jaune clair	JC	3,2	19
Opaque jaune	J	27,6	26
Opaque jaune orangé	JO	31	11
Opaque orangé	O	27,3	0
Opaque orangé brique	OB	0	0
Opaque orangé rose	OR	2	0
		99,8	99,9

Ce qui précède paraît suffisant pour que l'on puisse considérer les caractères de coloration comme étant assez voisins dans l'une et l'autre espèce, pour que l'on en affirme la généralité. Les mâles, ici comme là, sont dans l'ensemble plus clairs que les femelles.

3 — Poids comparés de la pulpe femelle et de la pulpe mâle. — Il y a une différence assez marquée entre le poids de la pulpe femelle et celui de la pulpe mâle, celle-ci étant légèrement inférieure à celle-là. Comme précédemment, j'ai groupé tous les résultats acquis par l'examen des nombreuses Moules qui figurent aux divers chapitres de ce travail et obtenu ainsi des chiffres de pourcentage. Auparavant voici quelques considérations sur le mode opératoire en la matière : je pesais le Mollusque avec une balance de précision après avoir chassé l'eau intervalvaire et soustrait du poids ainsi trouvé le total des diverses tares (coquille, capsule de pesée, agitateur, etc.) en ajoutant les poids de toutes les Moules de même taille ou de taille différente mais dont l'origine était soigneusement vérifiée, et en divisant par le nombre de Mollusques employés, j'obtenais un poids moyen que je comparais à celui des Moules du sexe opposé. C'est ainsi que dans des lots mis en parallèle, j'ai trouvé :

Juillet	{	poids moyen pulpe femelle : 9,935 g.	{	différence :
		— — — mâle : 8,682 g.		+ 14,43 %
				pour femelle
Janvier	{	poids moyen pulpe femelle : 7,068 g.	{	différence :
		— — — mâle : 6,673 g.		+ 5,91 %
				pour femelle

La moyenne générale s'établit à + 10,17 % en faveur de la femelle.

Il est à remarquer que les chiffres ci-dessus correspondent à des lots de Moules considérées à la même saison du point de vue sexe, qu'elles sont de tailles variées, et qu'à la saison opposée, il ne s'agit pas nécessairement des mêmes types ; ce qui importe le plus, c'est la comparaison : femelle-mâle.

En ce qui concerne Mytilus edulis, j'ai trouvé les chiffres moyens suivants (en %) :

femelles : 53,42

mâles : 50,38

c'est-à-dire une différence de + 3.04 % en faveur des femelles elle est faible, certes, mais suffisamment nette pour qu'on puisse en déduire une prépondérance de la pulpe femelle sur la pulpe mâle. Ces chiffres, tout en étant plus faibles que ceux acquis avec Mytilus galloprovincialis, ont été obtenus à l'automne, donc à une saison où les différences sexuelles sont moins marquées qu'en été, ainsi que je l'ai signalé pour Mytilus galloprovincialis.

4. — Poids de la pulpe par rapport à la coquille (femelle ou mâle). —

Comme en ce qui concerne la pulpe, il y a entre les coquilles femelles et mâles des différences telles que la coquille femelle est plus légère que celle des mâles. Les valves étaient pesées soigneusement vidées de leur pulpe et après avoir été essuyées.

Bien entendu, elles avaient été, comme dans toutes les expériences, que j'ai faites, raclées extérieurement afin de les débarrasser de toutes les Balanes, Serpules et autres formations surajoutées. D'autre part, ces chiffres, qui ne correspondent pas forcément à ceux du paragraphe précédent et qui ont été trouvés avec des individus de toutes les tailles, sont intéressants car l'important en cette matière est de pouvoir comparer femelles et mâles de ce nouveau point de vue. J'ai obtenu :

Coquille (juillet)	{	femelle : 7,127 g, donc pulpe à : + 39,4 %
		mâle : 7,402 g, — — : + 17,3 %

Coquille (janvier)	{	femelle : 5,392 g, donc pulpe à : + 31,1 %
		mâle : 5,854 g, — — : + 14,0 %

Ce qui donne une moyenne générale de :

$$\frac{39,4 + 31,1}{2} = + 35,2 \% \text{ pour la femelle}$$

$$\frac{17,3 + 14,0}{2} = + 15,6 \% \text{ pour le mâle}$$

Donc le poids de la pulpe excède toujours la coquille dans le cas des Moules que j'ai eues en expériences. Celles-ci avaient, du reste, des coquilles plutôt fines ou d'un type que je qualifie de « normal » et je présume que les quelques Moules à coquille épaisse qui se glissaient de temps en temps dans les élevages n'ont pas dû faire varier énormément les pourcentages ci-dessus. Car le poids de la pulpe dépasse le poids de la coquille dans 94,7 % des cas pour la femelle et dans 85,3 % des cas pour le mâle, ce qui représente des pourcentages satisfaisants.

Mytilus edulis accuse des différences similaires puisque les coquilles m'ont donné les chiffres suivants :

femelles : 46,58 %

mâles : 49,62 %

Ce qui donne un excédent de + 6,84 % en faveur de la pulpe femelle et de + 0,76 % en faveur de la pulpe mâle. Cependant les différences sont beaucoup moins marquées que chez Mytilus galloprovincialis, tout au moins en ce qui concerne les chiffres de l'automne ; des pesées effectuées à d'autres périodes de l'année pourraient permettre de meilleures comparaisons.

5 — Poids comparés des coquilles femelles et des coquilles mâles

Toutes les coquilles que j'ai examinées et pesées étaient en grande majorité formées de valves minces. Il m'a paru intéressant, pour compléter nos connaissances au sujet de la Moule, de chercher à connaître les rapports entre les poids de coquilles femelles et de coquilles mâles.

Mes résultats diffèrent sensiblement, dans l'ensemble, de ceux de MARCHAND et même jusqu'à un certain point de ceux que j'avais obtenus dans des expériences antérieures. Les différences ne sont pas grandes, elles atteignent pour le mois de juillet :

$$7,404 - 7,127 = 0,275 \text{ g. soit environ : } + 3,8 \%$$

et pour le mois de janvier :

$$5,854 - 5,392 = 0,462 \text{ g. soit environ : } 8,5 \%$$

Donc en moyenne, la coquille mâle est plus lourde que la coquille femelle de 6,1 %.

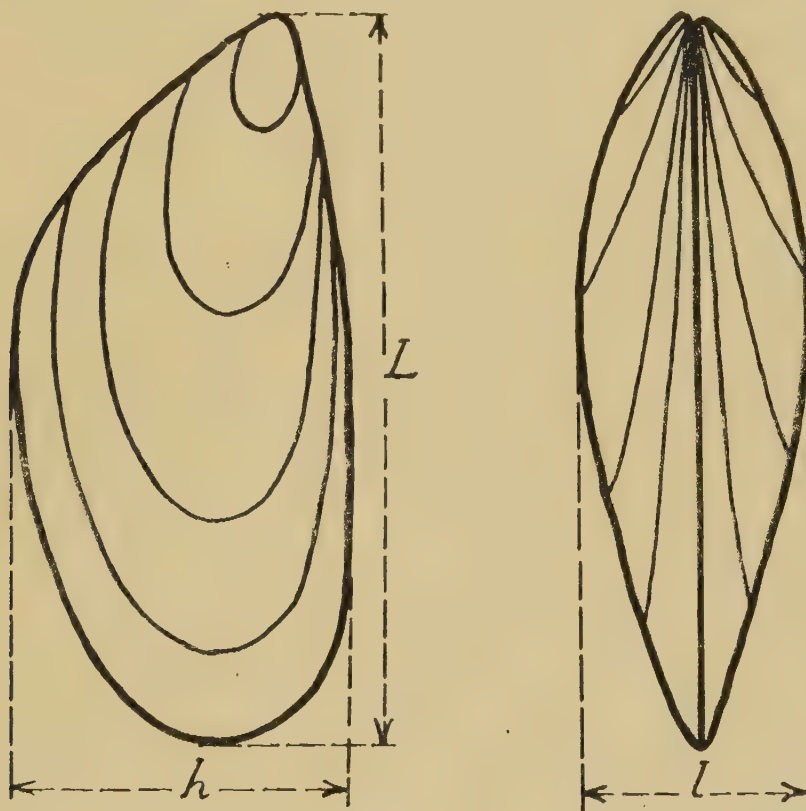
Remarquons, pour conclure que les femelles ont une coquille à peine plus légère et une pulpe à peine plus lourde que les mâles, ce qui leur donne malgré tout un poids supérieur à celui des mâles.

Les coquilles femelles de Mytilus edulis paraissent peser en moyenne, à l'automne, + 3,04 % de moins que les coquilles mâles. Ici les différences avec Mytilus galloprovincialis s'atténuent beaucoup, même quand on considère une seule époque de l'année, puisque j'avais trouvé chez celles-ci une moyenne de + 8,5 % en janvier.

II. — DONNEES NOUVELLES SUR LA COQUILLE

1° Proportions entre les trois dimensions principales de la coquille

En opérant sur plusieurs centaines d'individus, des mensurations effectuées au plus au demi-millimètre, j'ai cherché à rattacher entre elles les trois dimensions principales de la coquille : longueur, hauteur et largeur définies conformément à la figure 2.



Proportions de la coquille.

Fig. 2.

L. : **longueur**, correspondant sensiblement au rayon d'un cercle qui aurait pour centre le crochet et qui serait tangent à l'extrémité postérieure de la coquille.

h. : **hauteur**, prise du bord dorsal au bord ventral, entre les deux points les plus éloignés de ces bords.

l : **largeur**, distance séparant deux plans tangents aux valves et parallèles au plan sagittal.

Ces trois dimensions correspondent à ce que VILELA (1950), dans un travail publié alors que mes recherches, déjà effectuées, étaient concrétisées par les chiffres que je donne ci-dessous, appelle successivement : « comprimento » « altura » et « espesura » s'appliquant à la Clovisse (*Tapes decussatus*) du Tage.

Chez la Moule, j'ai pu exprimer les résultats de deux façons différentes, applicables suivant les possibilités du moment.

a) en totalisant les trois dimensions et en rapportant à ce total, considéré comme égal à 100, chacune de ces dimensions, j'ai trouvé les chiffres suivants (en deux groupes : le premier correspondant à l'adaptation rapide, le deuxième à l'adaptation lente). J'aurais pu faire un seul ensemble, mais ayant calculé séparément et à intervalles de temps éloignés ces pourcentages, je me suis aperçu qu'il n'y avait entre ces chiffres que des différences insignifiantes. Voilà pourquoi, estimant que ces faits pouvaient venir renforcer ma démonstration, j'ai laissé les résultats en deux groupes que voici, en % :

1 ^{er} groupe	2 ^{me} groupe
L = 52,38	L = 52,20
h = 27,74	h = 28,10
l = 19,87	l = 19,68
99,99	99,98

ce qui correspond en même temps aux Moules de dimensions moyennes soit 5 à 6 cm. de long, sur 3 cm. (environ) de hauteur, sur 2 cm. de largeur.

Ces dimensions varient toujours dans le même sens.

b) en exprimant deux des dimensions en fonction de l'une d'entre elles. Il est plus facile sinon plus logique de mesurer la longueur d'une coquille plutôt que la hauteur ou la largeur. Les chiffres que je donne ci-dessous sont répartis en deux groupes comme précédemment et il n'est pas étonnant que les coefficients ainsi obtenus soient très proches les uns des autres.

1 ^{er} groupe	2 ^{me} groupe
h = L × 0,529	h = L × 0,538
l = L × 0,379	l = L × 0,377

Toutefois, la loi des grands nombres étant à mon avis impérative en la matière, j'estime que les chiffres correspondant au premier groupe sont plus proches de la

réalité car le nombre des Moules examinées y est beaucoup plus grand que celui du second. D'où les coefficients légèrement modifiés ci-après :

0,53 et 0,38

puisque les chiffres bruts des dimensions ont été évalués au demi-millimètre près.

Le nombre total des individus examinés du point de vue dimensions s'élève, pour *Mytilus edulis*, à plus de 600 (exactement 630). Les dimensions moyennes obtenues en divisant les totaux concernant L, h et l, par le nombre des individus donnent :

$$L = 54,45$$

$$h = 24,83$$

$$l = 20,71$$

99,99

correspondant à des Moules de dimensions comprises entre 5 et 6 centimètres de long sur 2,5 centimètres de hauteur et 2 centimètres de large. Ces dimensions varient toujours dans le même sens. J'ai exprimé deux des dimensions en fonction de l'une d'entre elles et comme pour *Mytilus galloprovincialis*, j'ai trouvé les coefficients suivants pour *Mytilus edulis* :

$$h = L \times 0,456$$

$$l = L \times 0,380$$

Il est remarquable que la différence principale entre les deux espèces apparaît nettement, en effet, le coefficient est le même pour le rapport entre l et L alors qu'il est seulement de 0,456 pour le rapport entre h et L, ce qui vérifie le peu de hauteur de *Mytilus edulis*.

2° Proportions moyennes en fonction du sexe

En groupant les coquilles par séries différant, par leur longueur, de 10 millimètres, j'ai obtenu les ensembles suivants :

Tableau 3 — Proportions en fonction du sexe

L (en mm)	Coquilles femelles			Coquilles mâles		
	L	h	l	L	h	l
30 à 40	37	21,5	13,5		néant	
40 à 50	45	25,4	17,1	46,5	26,7	17,8
50 à 60	56,9	29,8	20,8	53,6	30,0	20,8
60 à 70	63,8	33,6	24,5	65,7	34,2	24,3
70 à 80	73,9	36,9	29,7	73,2	36,0	29,5
80 à 90	87	41	35	84,4	41,7	32,4

NOTA : Aucune coquille mâle de taille comprise entre 30 et 40 mm. n'a été mesurée, ce qui ne veut pas dire qu'aucun mâle de cette taille ne s'est jamais rencontré dans mes expériences.

Il semble que, en général, les coquilles femelles soient plus grandes que les coquilles mâles, c'est-à-dire que la moyenne de tous les chiffres ci-dessus nous donne :

femelles			mâles		
65,3	33,3	25,4	pour :	64,6	33,7 24,9

en d'autres termes que, dans l'ensemble, la coquille mâle est plus courte et moins large que la coquille femelle, mais celle-ci par contre est un peu moins haute que celle-là.

Toutefois, les différences ne sont pas assez fortes pour que le seul examen d'une coquille du point de vue dimensions soit suffisant pour permettre la détermination du sexe mais on peut donner un renseignement utile qui risque d'être confirmé par l'examen anatomique décrit dans les pages qui précèdent.

Les proportions moyennes en fonction du sexe, pour Mytilus edulis, se réduisent aux chiffres que voici :

femelles			mâles		
63,9	27,8	24,5	pour :	61,7	29,0 23,0

d'où il ressort que la coquille mâle est plus courte et moins large que la coquille femelle cependant que celle-ci est un peu moins haute que celle-là. Ces résultats sont sensiblement en accord avec ceux cités plus haut pour Mytilus galloprovincialis.

3° Poids comparés des deux valves

J'ai fait entrer dans les calculs qui suivent, la plus grande part des Moules étudiées sous leurs divers aspects. Le total dépasse 1 600 (exactement 1 625). Il m'a paru intéressant, puisque ce travail n'avait jamais été fait, de comparer le poids de la coquille au poids d'une des valves ce qui revient à mettre en parallèle la valve droite et la valve gauche. « A priori », il semble qu'il y ait égalité entre ces deux éléments et que la coquille ait une symétrie bilatérale parfaite. Or il n'en est rien et si l'on veut s'exprimer correctement, il faut considérer que l'une des valves, et c'est généralement la droite, est un peu plus légère que l'autre.

Ces constatations ont été faites dans la majorité des cas envisagés et comme ici encore, la loi des grands nombres joue, on peut en affirmer la généralité.

Sur un total de coquilles vidées de leurs parties charnues, sèches et éventuellement débarrassées de leur surcharge (Serpules, Balanes, etc.) égal à : 12 519,2 515 grammes j'ai trouvé pour l'ensemble des valves droites, un total de 5 977,0105 grammes. Or si l'on retranche du total le chiffre correspondant aux valves droites, on trouve : 6 542,2410 grammes. D'où : valves gauches (6 542,2410) plus lourdes que valves droites (5 977,0105).

La différence : 565,2305 g. représente, par rapport au total des deux valves, un pourcentage de : — 4,51 pour les valves droites. Sous une autre forme :

valve droite : 47,74 %	} du total de la coquille
valve gauche : 52,26 %	

On peut donc déduire de tout ceci que la coquille des Moules n'est pas rigoureux-

sement équivalve, car sans cela, on devrait trouver à quelques « pour mille » près, le même poids pour les deux valves, c'est-à-dire dans le cas ci-dessus 6 259,6257 g. pour chaque valve. Or les chiffres si différents que j'ai trouvés ne peuvent provenir d'erreurs de pesée. Donc la Moule peut être qualifiée d'**Anisovalve** (et non plus Isovalve).

Du reste, des pesées similaires effectuées sur *Mytilus edulis* m'ont permis de conclure dans un même sens. En effet, sur un total de coquilles s'élevant à 2.335,8 grammes, les valves droites comptent pour 1 102,0 grammes. On arrive donc aux pourcentages suivants pour la coquille :

valve droite : 47,18	} du total de la coquille
valve gauche : 52,82	

d'où — 5,64 % pour les valves gauches.

Ces chiffres, comparés à ceux déjà cités, sont suffisamment éloquents, pour que l'affirmation ci-dessus soit considérée comme bien étayée.

En outre, cette tendance pour la Moule à offrir une valve plus lourde que l'autre, tendance qui peut se comparer à divers autres caractères d'asymétrie dont la littérature zoologique ou botanique fourmille d'exemples n'est-elle pas du type de celle plus accentuée encore, que l'on observe chez l'Huître commune ? Celle-ci vit couchée sur l'une de ses valves qui est la plus lourde. La Moule n'en est pas là mais n'y aurait-il pas chez elle une marque d'évolution vers un type à valves très différentes, peut-être même un type dont la vie se passe couché sur un côté et fixé par son byssus comme le genre Anomia, par exemple ?

III — RESISTANCE DES MOULES AUX MODIFICATIONS RAPIDES

DU MILIEU EXTERIEUR

1° Généralités —

Lorsque la salinité du milieu extérieur varie, on observe une réaction très différente chez les animaux aquatiques ; certains succombent rapidement, d'autres arrivent à vivre plus ou moins longtemps dans ce milieu nouveau. J'ai déjà eu l'occasion de montrer que la Moule offre une certaine résistance à la diminution de la teneur en sels ; des expériences et des observations fort nombreuses m'ont permis d'étendre et de compléter ces acquisitions. J'ai considéré la résistance de ces Mollusque sous des aspects aussi variés que possible.

J'utilisais presque toujours de grandes cuves parallélépipédiques en verre d'un volume de 40 litres dans lesquelles je ne mettais jamais plus de 8 Moules. Celles-ci étant capables de filtrer individuellement 40 à 45 litres d'eau en 24 heures, il était indispensable, afin de les maintenir le plus possible dans des conditions se rapprochant de la nature, de renouveler l'eau de temps en temps ; je procédais à la vidange complète de la cuve, tous les deux jours en ayant soin de remettre la quantité d'eau voulue à la dilution étudiée. Ces cuves étaient aérées par l'intermédiaire d'un diffuseur branché sur les canalisations d'air comprimé du laboratoire. En outre, afin de prévenir tout incident affectant la distribution d'air, j'avais en permanence une pompe électrique avec diffuseur, prête à fonctionner soit par mes soins, soit par les soins du personnel du laboratoire lors de mes absences. Les Moules utilisées provenaient soit du marché aux coquillages, soit de pêches pratiquées par le personnel du laboratoire, donc leur origine a toujours été soigneusement notée ; je me souciais également de leur état avant de les mettre en expérience ; en outre, je prévoyais toujours un lot-témoin dans une cuve pleine d'eau de mer pendant la durée de l'expérience entamée. Enfin, pour obliger les Moules à entrer en contact rapidement avec le milieu extérieur, je disposais entre les valves, un fragment d'agitateur en verre qui avait pour effet de maintenir la coquille baillante sans cependant gêner le Mollusque ainsi équipé. Il épanouit ses branchies, sort son pied, se fixe par son byssus, élimine ses produits sexuels tout comme s'il avait la possibilité de rapprocher ou d'écarter ses valves à son gré. Le procédé employé me paraît plus simple et plus commode que celui utilisé par MARCHAND en 1918. Celui-ci se servait d'une seringue de Pravaz ou bien découpait une

demi-ellipse sur chaque valve pour obliger les Moules à entrer en contact avec le milieu ambiant.

Voici à titre de démonstration, le détail d'une de mes expériences : passage de l'eau salée (fournie par les robinets de l'Aquarium) à l'eau douce (fournie par les robinets de la ville)

Le 15 novembre 1940, huit Moules (*Mytilus galloprovincialis*) en provenance des parcs de la région de Toulon, sont placées dans une cuve de 40 litres d'eau douce, régulièrement alimentée en air et où la température atteint $+ 12^{\circ}$; un lot de même importance est placé dans une autre cuve de 40 litres contenant de l'eau de mer (aérée, température $+ 12^{\circ}$).

A 9 heures du matin : début de l'expérience, toutes les Moules sont en parfait état ; réagissent vigoureusement lorsqu'on approche de leur coquille un objet quelconque. Par la suite, les Mollusques dans l'eau de mer se sont fixés par leur byssus (six sur huit), l'un d'eux a éliminé des œufs, tous sont en excellent état alors que sept sur huit individus mis dans l'eau douce laissent échapper dès les cinq premières minutes des productions muqueuses, brunâtres, et à partir de la dixième minute, tous se trouvent environnés d'une eautrouble. Celle-ci, examinée au microscope, révèle des fragments de tissus tels que branchies, manteau, ainsi que des débris d'œufs et des spermatozoïdes vivants.

L'un d'entre eux a pondu et les œufs apparaissent éclatés, ce qui n'est nullement étonnant, vue la différence de pression osmotique brutalement appliquée à ces cellules. Les tissus sont racornis, surtout le bord libre du manteau, les téguments normalement pigmentés, apparaissent décolorés ; en particulier, le pied, au lieu d'avoir sa teinte foncée caractéristique est devenu jaunâtre, presque incolore.

Deux autres ont évacué du sperme qui se répand en longues traînées, les spermatozoïdes sont encore vivants longtemps après l'émission ; j'en ai observé, provenant de cette expérience et laissés dans l'eau douce, encore vivants et doués d'une grande agilité, quatre heures après le début de l'expérience. Au bout de six heures, tout est inerte, les spermatozoïdes sont agglutinés.

Les Moules ont été maintenues jusqu'au surlendemain dans l'eau douce. L'expérience a été arrêtée au bout de 60 heures et ces Moules replacées dans une autre cuve de même capacité contenant de l'eau de mer ; je constate que sur les huit Moules, une seule (un mâle) paraît encore en assez bon état, les autres sont mortes depuis plusieurs heures certainement.

Les Moules qui ont séjourné en eau de mer sont toutes en bon état. A ce sujet, il est indispensable de posséder un critère permettant de définir l'état du Mollusque. Je ne me contentais pas de frapper sur l'aquarium ou sur la coquille de la Moule ou d'exciter mécaniquement le bord du manteau ou le pied, je transportais le plus sou-

vent les Mollusques supposés en mauvais état, dans l'eau de mer normale ; si cet état représentait un dépassement de la résistance aux conditions ambiantes, si les Moules ainsi ramenées dans leur milieu naturel ne reprenaient pas leur activité normale et continuaient à laisser leur coquille béante, je pouvais conclure à leur mort. Dans d'autres cas, les Moules reviennent à un état satisfaisant, recommencent à rapprocher leurs valves ce qui me faisait déduire que leur seuil de résistance n'avait pas été franchi..

N'oublions pas que le moment où la Moule est près de mourir, est légèrement antérieur à celui où les valves se montrent béantes à l'excès et ne se rapprochent plus. Celles-ci sont séparées, normalement, par un intervalle de 5 à 8 millimètres. J'ai toujours constaté que lorsque cet intervalle dépasse ces chiffres, la Moule ne referme plus sa coquille que lentement et incomplètement, elle est alors en mauvais état, comme on peut s'en rendre compte par les divers examens rapportés ci-dessus. Bien entendu, à la limite, la coquille arrive à bâiller de plus de 45° ou même de 90°, le muscle postérieur est sectionné et la Moule morte qui se décolle de sa coquille tombe d'un bloc lorsqu'on la saisit et la sort de l'eau.

Cette expérience montre donc que l'eau douce appliquée sans ménagement aux Moules est néfaste à la plupart d'entre elles et ce dans un laps de temps de l'ordre de deux jours environ.

2° Influence de la composition chimique des liquides d'expérience

Ces résultats exposés à propos d'une expérience-type méritaient d'être complétés et étendus. J'ai donc procédé systématiquement à une étude de l'action de l'eau douce mêlée à l'eau de mer et à un examen des minima et des maxima de survie des Moules dans ces milieux. Je n'ai pu observer ces phénomènes que sur quelques centaines d'individus, mais le soin avec lequel j'opérais, les nombreux procédés que j'ai employés pour vérifier l'état des Moules en cours d'expérience ou après, les comparaisons que je faisais entre tentatives voisines, m'ont permis d'aboutir à des conclusions résultant de données statistiques et conduit aux constatations suivantes.

Si, de l'eau de mer normale, qui est le milieu naturel des Moules, on passe à un milieu contenant 90 % d'eau de mer et 10 % d'eau douce, les durées de survie ainsi que les réactions des Mollusques à cette faible modification extérieure ne sont guère différentes de celles concernant l'eau de mer. Il en est de même des dilutions 80 % et 70 % où les Moules se comportent sensiblement comme dans l'eau de mer : certaines se fixent par leur byssus, le refont au bout de 3 heures 1/2 seulement (eau à 70 % d'eau de mer); de 3 heures (80 %), et que les œufs pondus se développent, après fécondation bien entendu, à tel point que l'on observe la présence de stades 2,4 et même j'ai constaté l'existence dans l'eau à 70 % comme dans l'eau à 80 %, de larves trochophores au bout d'un jour, de petites Moules dès le troisième et le quatrième jour. Il est donc avéré que dans un milieu contenant plus d'un quart d'eau

douce, la Moule supporte fort bien les conditions différentes de la nature et arrive même à se reproduire sans grandes difficultés apparentes.

Les résultats obtenus pour la gamme des dilutions de 10 en 10, allant de l'eau de mer normale à l'eau douce ont été condensés dans le tableau ci-après (n° 4).

Tableau 4 — Durées de survie des Moules (en jours)

	DECES			Plus d'1 jour (en %)	Plus de 2 jours (en %)	Plus de 3 jours (en %)
	minimum	maximum	moyenne			
Eau de mer (EM)	1 indét.	2 indét.	3 indét.	4 indét.	5 indét.	6 indét.
90 %	6	—	—	100	100	100
80 %	7	—	—	100	100	100
70 %	4	14	9	100	100	100
60 %	2	8	5	100	67, 4	18, 6
50 %	1	4	2 1/2	53, 5	39, 8	6, 7
40 %	2 1/2	6	4 1/4	100	100	70, 2
30 %	2	6	4	100	35, 7	30, 4
20 %	1	5	3	47, 4	29, 5	23, 1
10 %	(7 h.)	2 1/2	— 1 1/2	32, 7	21, 4	0
Eau douce (ED)	(3 h.)	3 1/2	+ 1 1/2	26, 4	7, 8	0

Ce tableau appelle les remarques suivantes :

- 1° - Le décès maximum est celui observé expérimentalement. Si l'expérience est arrêtée au bout de 15 jours, le temps maximum indiqué est : **indéterminé** (ind.)
- 2° - Il s'agit d'un ensemble d'observations quelles que soient les conditions (température, sexe, etc.).
- 3° - Les survies de plus de trois jours peuvent être insignifiantes, réduites à un seul exemplaire, donc les % des colonnes 4, 5 et 6 ne représentent pas forcément un total de 100.
- 4° - La moyenne (colonne 3) est prise entre les extrêmes mais il n'y a pas de proportionnalité exacte entre les échelonnements.
- 5° - Les survies de moins d'un jour (eau douce) complètent à 100 % comme on peut s'en rendre compte ci-dessus.
- 6° - Par convention : si sur 100 Moules les 100 dépassent 1 jour, on compte

100 % ; si 30 dépassent 2 jours ; 30 % ; si 10 seulement dépassent 3 jours, on met 10 % (colonne 6).

Les résultats ci-dessus peuvent être exprimés de façon plus nette sous forme de graphique (Fig. 3).

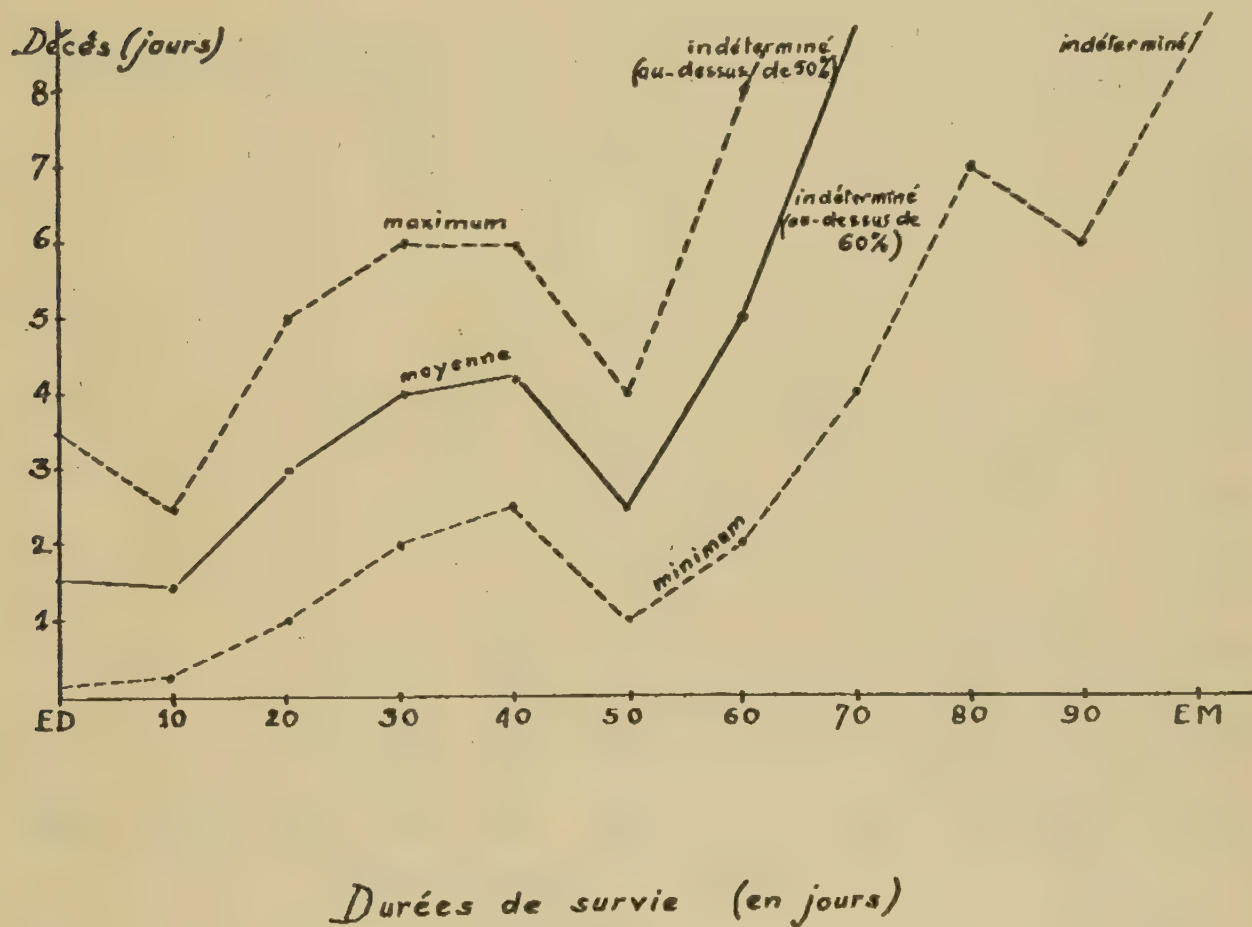


Fig 3

ED: eau douce }
 EM: eau de mer }

10, 20, 30, etc : % d'eau de mer.

Il est probable que la survie dans l'eau douce est au maximum de trois jours, au minimum de quatre heures ; dans les milieux de plus en plus proches de leur milieu

salin normal, la mortalité baisse graduellement ce qui peut se traduire graphiquement par la courbe suivante (Fig. 4).

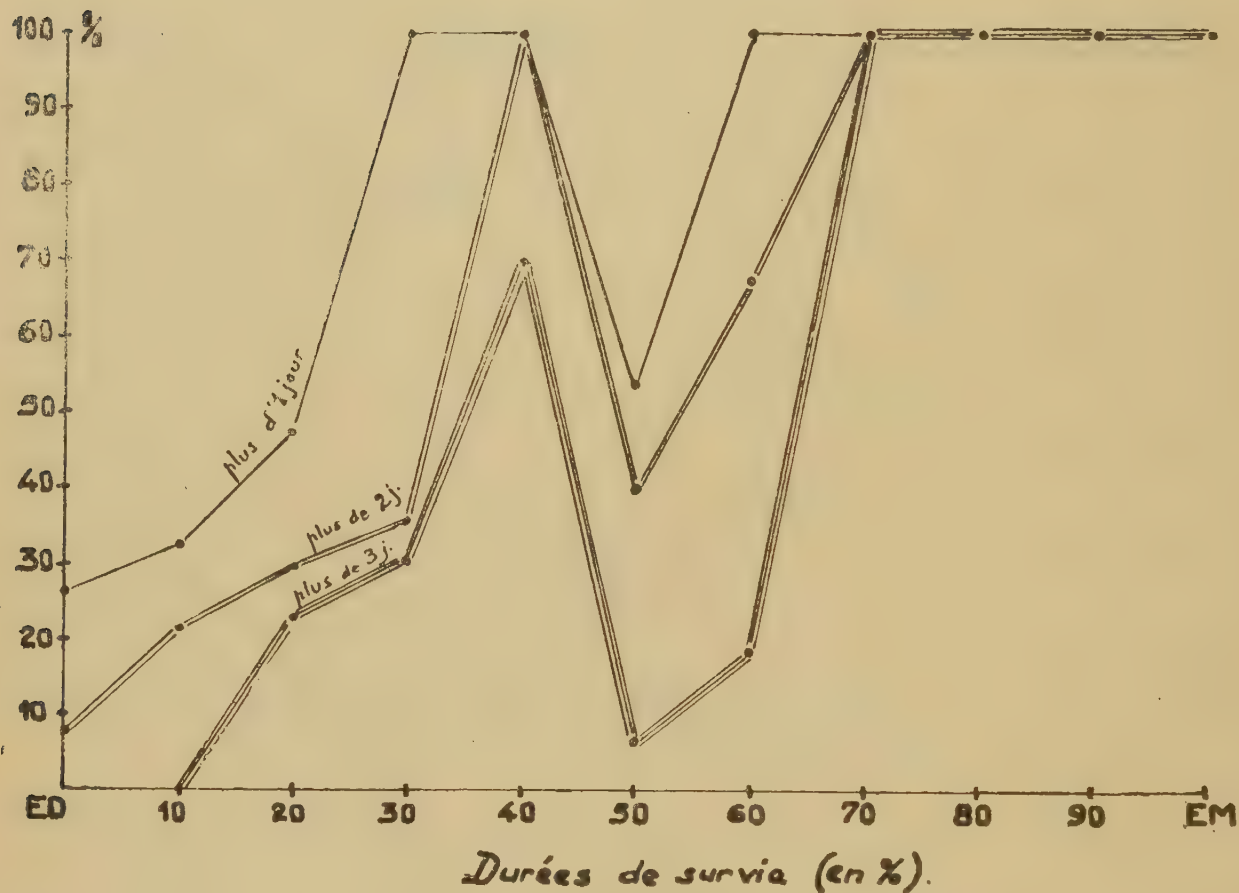


Fig-4.

3° Influence du sexe.

Il m'a paru intéressant de voir si les Moules offrent à ces modifications brusques du milieu extérieur des différences sexuelles nettes. L'étude systématique entreprise a été complétée par la considération des sexes en tenant compte de la détermination

précise telle que je l'ai déjà définie dans des publications antérieures, d'où les constatations condensées dans les tableaux ci-après (5 et 6).

Tableau 5 — Résistance des Moules en fonction du sexe
(durées de survie)

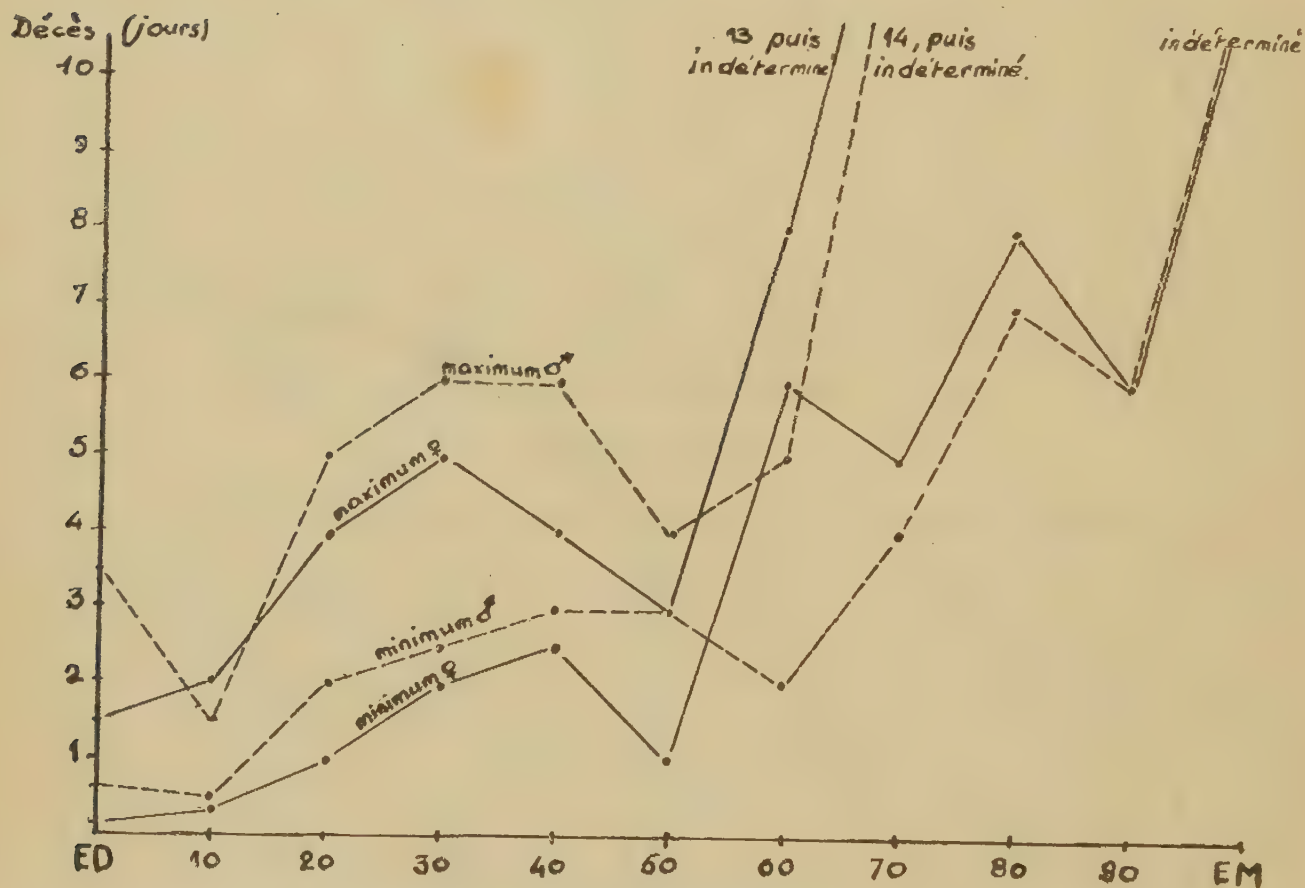
MALES	en jours <i>min.</i>	en jours <i>max.</i>	en jours <i>moy.</i>	en % + 1 jour	en % + 2 jours	en % + 3 jours
EM	ind.	ind.	ind.	100	100	100
90	6	—	—	—	—	—
80	7	—	—	—	—	—
70	4	14	9	—	—	—
60	2	5	3 1/2	—	80,1	13,4
50	3	4	3 1/2	—	—	21,7
40	3	6	4 1/2	—	100	32,3
30	2 1/2	6	4 1/4	—	—	31,8
20	2	5	3 1/2	59,3	24,2	16,5
10	(12 h.)	1 1/2	1	30,4	22,6	0
ED	(15 h.)	3 1/2	2	16,9	8,7	0

Tableau 6 — Résistance des Moules en fonction du sexe
(durées de survie)

FEMELLES	en jours <i>min.</i>	en jours <i>max.</i>	en jours <i>moy.</i>	en % + 1 jour	en % + 2 jours	en % + 3 jours
EM	ind.	ind.	ind.	100	100	100
90	6	—	—	—	—	—
80	8	—	—	—	—	—
70	5	13	9	—	—	—
60	6	8	7	—	—	—
50	1	3	2	80,4	10,7	0
40	2 1/2	4	3 1/4	100	100	39,7
30	2	5	3 1/2	100	59,4	40,6
20	1	4	2 1/2	60,5	38,6	0
10	(7 h.)	2	1 1/4	33,7	0	0
ED	(3 h.)	1 1/2	— (20 h.)	13,6	0	0

Il est à remarquer que les survies sont différentes du tableau primitif car ici, il n'y a **que** les mâles ou les femelles considérés, alors que dans le premier tableau cité interviennent des Moules indéterminées du point de vue sexuel (considérées simplement comme individus pour les survies).

Ces résultats exprimés sous forme de graphiques (Fig. 5), nous montrent une résistance plus ou moins grande chez les femelles, quelque peu capricieuse ; à peine plus résistantes que les mâles depuis l'eau de mer jusqu'à l'eau à 50 %, elles deviennent moins résistantes que les mâles au fur et à mesure que la dilution du milieu extérieur augmente.



Durées de survie en fonction du sexe.

Fig. 5.

Quant aux survies, exprimées en graphiques (Fig. 6 et 7), comme précédemment, elles font ressortir une plus forte résistance chez les mâles à la diminution de la salinité extérieure, car les femelles déterminent un graphique le plus souvent au-dessous de celui des mâles, c'est-à-dire une mortalité plus grande ou en tous cas, plus irrégulière.

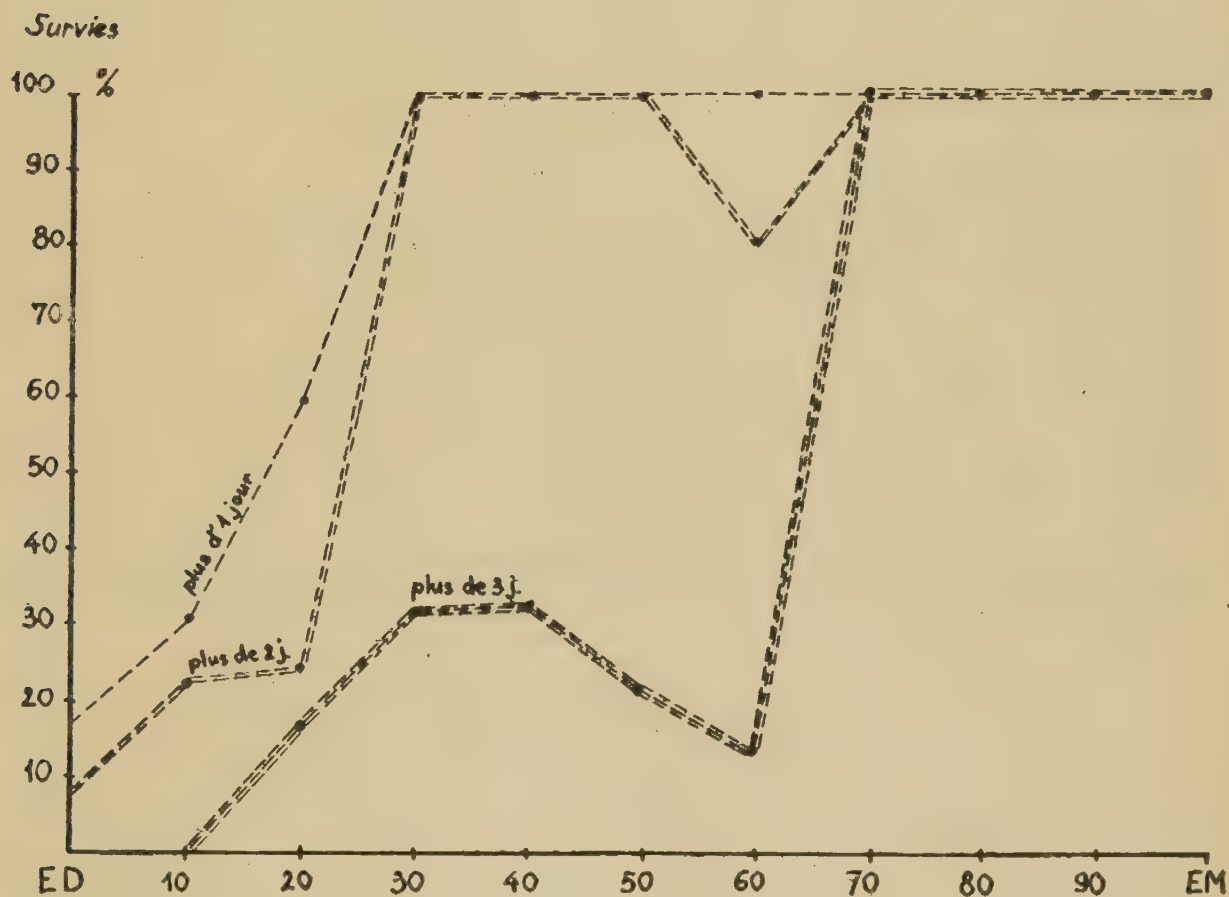
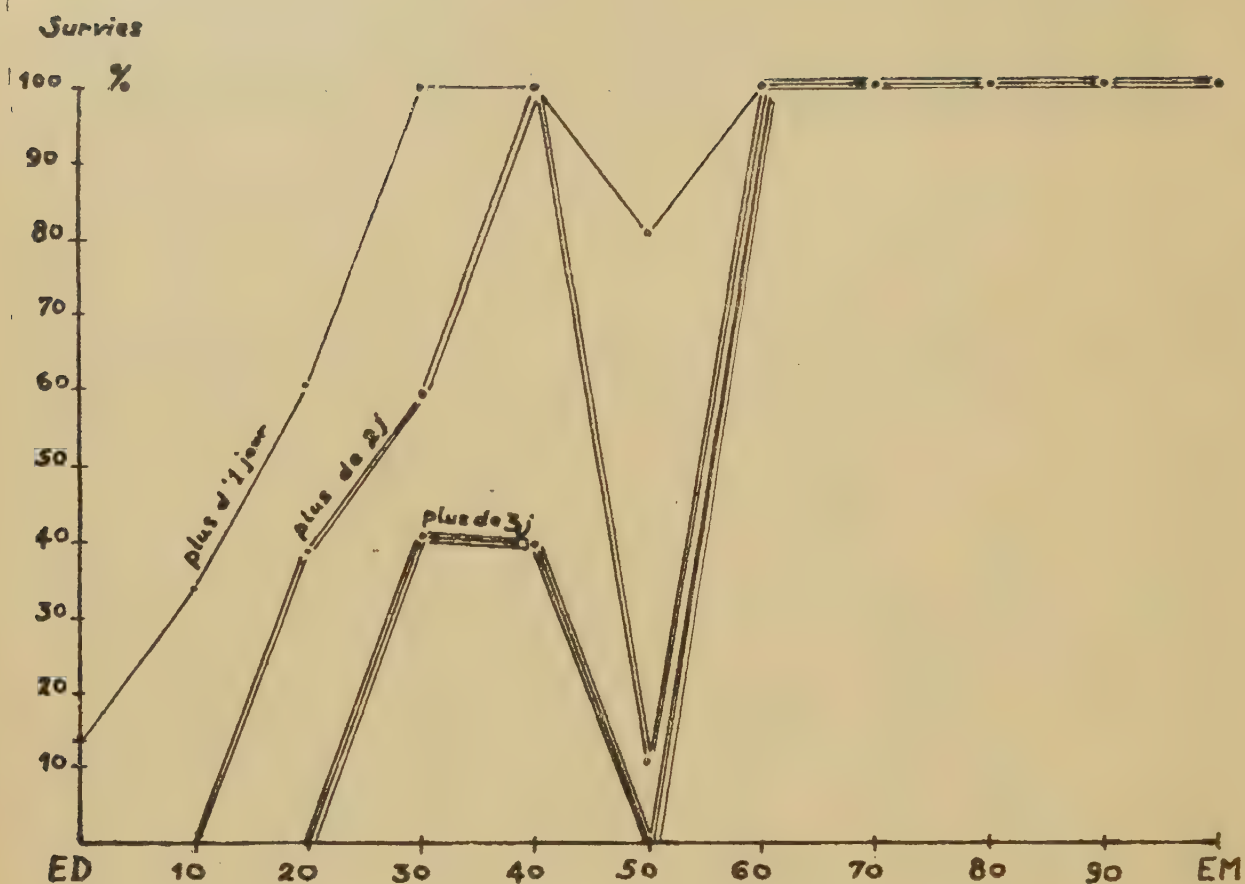


Fig. 6.



Durées de survie (en %), ♀.

Fig. 7.

4^e Saison —

Toujours dans les mêmes conditions d'expérience. j'ai tenté de comparer la résistance offerte par les Moules à des variations du milieu extérieur accompagnées de variations de température.

Des expériences ont été faites à des saisons différentes ; c'est surtout l'automne, l'hiver et le printemps qui ont été tout particulièrement étudiés car correspondant aux années scolaires, mais j'ai pu, à deux reprises, compléter durant une partie de l'été ces considérations, ce qui m'a conduit aux résultats suivants condensés en un tableau 7 et des graphiques Fig. 8, au sujet desquels j'insiste sur le fait que les expé-

riences estivales, quoique moins nombreuses que les autres, paraissent assez bien s'inscrire dans un ensemble.

Il apparaît une différence assez faible mais appréciable cependant entre les survies pendant l'hiver d'une part et celles pendant l'été, les dernières étant plus longues que les premières.

D'autre part, les survies sont d'autant plus notables que le milieu est moins dilué, mais il n'y a pas proportionnalité rigoureuse entre les deux phénomènes, ce que montrent les graphiques faisant apparaître un fléchissement de ces propriétés biologiques, assez difficiles à expliquer pour le moment, aux environs de 10 % et de 50 % cependant que les graphiques se relèvent très nettement à partir de 60 % d'eau de mer.

Il semble donc que les Moules sont plus sensibles aux basses températures et qu'elles supportent beaucoup mieux les températures élevées, encore qu'une bonne partie de l'été leur soit guère favorable du fait notamment de la formation et de l'émission des produits sexuels (époque du frai de mai à août inclus).

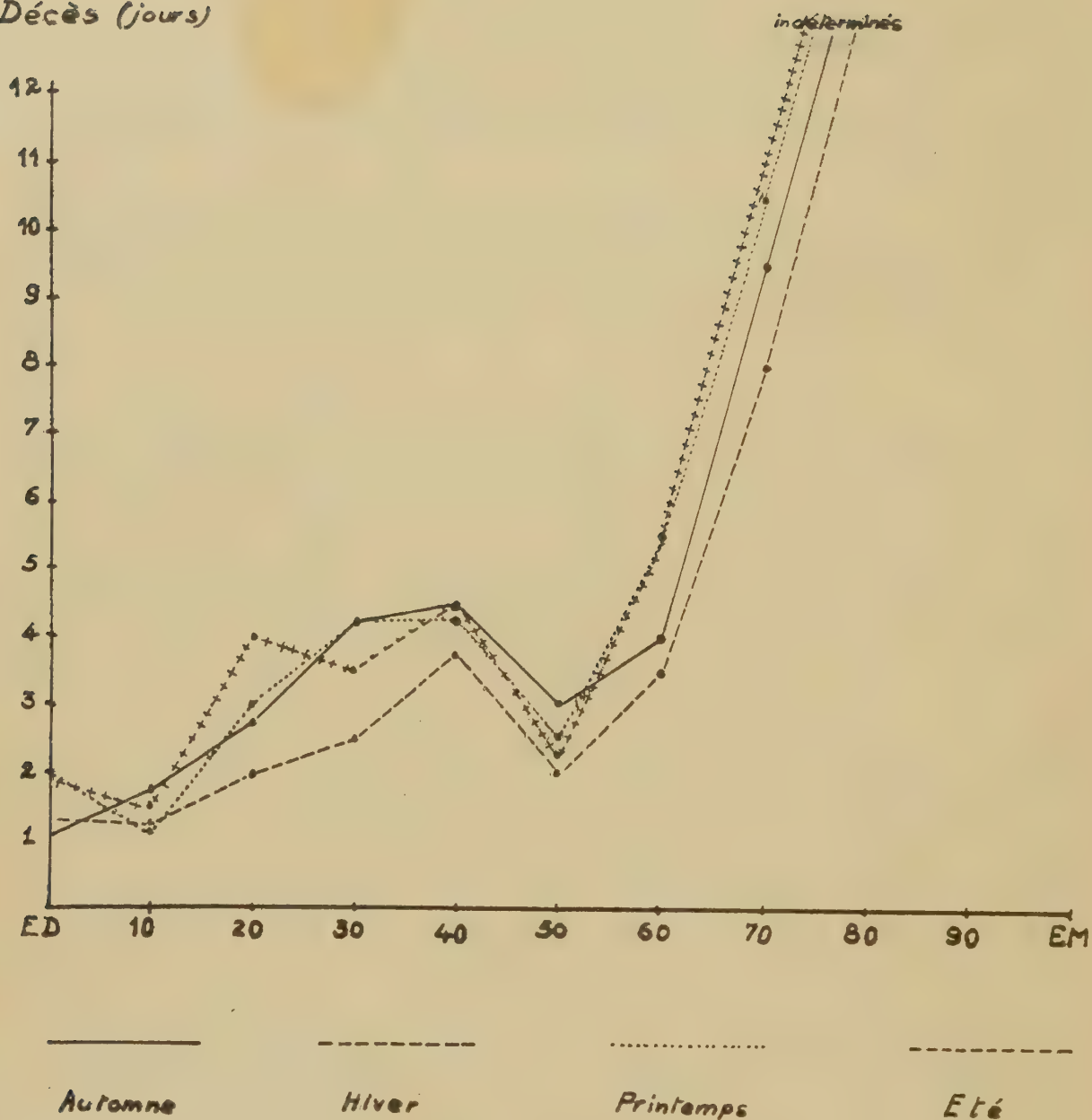
Des études ultérieures pourraient sans doute préciser le phénomène plus que je ne l'ai fait, d'autant plus que mes observations ont été beaucoup plus nombreuses pendant la période allant d'octobre à juillet que pendant le reste de l'année.

Tableau 7 Survies en fonction de la saison (jours et heures)
Température de l'eau en °centigrades

	AUTOMNE + 17°		HIVER + 11°		PRINTEMPS + 15°		ETE + 22°	
	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
	ind.	ind.	ind.	ind.	ind.	ind.	ind.	ind.
EM	7	—	6	—	7	—	—	—
90	7	—	7	—	7 1/2	—	—	—
80	5	14	4	12	7	14	8	14
70	2	6	2	5	3 1/2	7 1/2	3	8
60	2	4	1	3	1	4	1	3 1/2
50	3	6	2 1/2	5	3	5 1/2	3	6
40	3	5 1/2	2	3	2 1/2	6	2	5
30	2	3 1/2	1	3	2	4	3	5
20	1	2 1/2	(10 h.)	2	(7 h.)	2	1	2
10	(3 h.)	2	(4 h.)	2 1/2	(12 h.)	3 1/2	(17 h.)	3
ED								

N.B. — Indéterminé : pas de minimum observé, donc résistance très grande. Les chiffres « minimum » et « maximum » correspondent à ceux déjà observés, mais répartis suivant les observations saisonnières (celles-ci moins fréquentes en été).

Décès (jours)



Durées de survie
en fonction de la saison
(moyennes).

Fig. 8.

Je n'ai pas constaté, concernant Mytilus edulis qui est souvent considérée comme plus septentrionale que Mytilus galloprovincialis, l'existence de différences marquées vis-à-vis de la température.

Ayant expérimenté seulement sur les milieux : eau douce, dilutions 20 % et 50 % d'eau de mer, j'ai trouvé,

Tableau 7 bis

Survies en fonction de la saison (jours et heures) : Automne/Hiver

Température de l'eau : + 13°

MILIEU	MINIMUM	MAXIMUM
50 %	2 jours	ind.
20 %	40 heures	ind.
ED	5 heures	2 jours

Il est à préciser que les expériences ont été arrêtées au bout de 4 jours maximum. Or au bout de ce laps de temps, en milieu 50 %, les Moules étaient encore vivantes dans la proportion de 75,2 % ; en milieu 20 % le pourcentage est tombé à 25,3 % ; dans l'eau douce aucune survie n'a dépassé 2 jours. On peut en déduire dans l'ensemble que Mytilus edulis, à cette température et à ces dilutions, paraît un peu plus résistante, en particulier pour 50 %, que Mytilus galloprovincialis sans que ces différences soient suffisantes pour appuyer un net écart spécifique entre les deux groupes de Moules.

5° Température —

Les cas précédents sont à compléter avec ceux correspondant à des Moules plongées dans des milieux différents et à des températures maintenues artificiellement à des valeurs inférieures ou supérieures à celles ordinairement constatées.

Pour obtenir des températures **inférieures** à la normale, j'ai utilisé des **morceaux de glace en quantité telle qu'ils me permettaient de diluer l'eau de mer et d'obtenir la température voulue.**

Bien entendu, j'ai dû opérer par tâtonnement et renouveler assez fréquemment le milieu ambiant pour maintenir à la fois la température à une valeur à peu près constante et pour éviter la dilution excessive. Ce procédé, s'il paraît quelque peu rudimen-

taire, est en réalité plus proche de la nature car certaines côtes peuvent, au voisinage de gisements ou de parcs à Moules, recevoir un apport d'eau froide à la mauvaise saison. En outre, j'ai complété ces recherches avec des cristallisoirs contenant seulement deux Moules et placés dans un récipient plus grand contenant de la glace que je renouvelais en surveillant la température. Celle-ci s'est maintenue beaucoup plus constante et basse que dans le premier procédé. Malheureusement, je n'ai pu faire un aussi grand nombre d'expériences que je l'aurais voulu car chaque tentative portait sur deux Mollusques seulement que je devais surveiller de la même façon que mes huit Moules habituelles dans le bac de quarante litres. Par conséquent les résultats sont beaucoup moins probants que tous les autres tout en se logeant dans un ensemble de recherches tendant vers un même but.

Quant aux températures **supérieures** à la normale, j'ai essayé deux procédés différents. Le premier consistait à chauffer une dizaine de litres de mon eau de mer diluée jusqu'à 60° environ puis je versais lentement cette eau dans le bac en verre et j'agitais pour homogénéiser le milieu et sa température ; j'obtenais, dans un mélange de dix litres à 60° avec trente litres à 15°, une température d'environ 25° (au thermomètre) ; je laissais la température baisser jusque vers 15°, ce qui me demandait une demi heure, une heure ou un peu plus selon le cas, puis je recommençais. Il est évident que je n'observais guère que l'action des températures comprises entre 25° et 15°. D'autre part, je n'ai pu utiliser ce procédé que dans le cas de dilutions très poussées, car sans cela, il aurait fallu que je puisse rester en permanence auprès de mes bacs.

J'ai essayé également une résistance électrique plongée dans l'eau de mes bacs et pu maintenir une température comprise entre 24° et 25°, donc beaucoup plus satisfaisante que dans les cas précédents.

Compte tenu des difficultés que j'ai rencontrées je me suis borné à des études axées sur des **groupes** de températures (pour les températures comprises entre + 10° et + 20°) et sur des températures beaucoup plus constamment maintenues (pour moins de + 10° et plus de 20°). Ces résultats ont été condensés dans le tableau 8 ci-après et matérialisés par un graphique assez suggestif (Fig. 9).

Tableau 8 Survies en fonction de la température

	+ 5°			+ 10° à + 15°			+ 15° à + 20°			+ 24/25°		
	Min.	Max.	Moy.	Min.	Max.	Moy.	Min.	Max.	Moy.	Min.	Max.	Moy.
EM	13	indét.	indét.	indét.	indét.	indét.	indét.	indét.	indét.	indét.	indét.	indét.
90	7	indét.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
80	9	indét.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
70	4	10	7	5	14	9 1/2	7	14	10 1/2	6	13	9 1/2
60	3	6	4 1/2	2	8	5 1/2	4	7	5 1/2	3	8	5 1/2
50	1	3	2	3	4	3 1/2	1	4	2 1/2	2	4	3
40	2 1/2	4	3 1/4	3	5	4	3	5	4	3 1/2	6	4 3/4
30	3	5	4	2	6	4	2	6	4	4	6	5
20	1	3	2	2	5	3 1/2	2	4	3	3	5	4
10	(10 h.)	2	1 1/4	(7 h.)	2	+1	1	2 1/2	1 3/4	(20 h.)	(26 h.)	1
ED	(2 h.)	1 1/2	3/4	(3 h.)	3	1 1/2	(12 h.)	3 1/2	2	(15 h.)	3 1/2	+2

On croit apercevoir une résistance plus grande des Moules à des températures supérieures à + 15° (considérée comme température moyenne normale) qu'à des températures inférieures à + 15°.

Ici encore les graphiques accusent un mouvement d'ensemble ascendant depuis l'eau douce jusqu'à l'eau de mer, avec fléchissement vers 10 % et 50 % ce qui ne saurait nous étonner puisque les constatations similaires avaient été faites en d'autres circonstances. Il s'agit donc ici de phénomènes certainement assez généralisés puisque l'on peut en observer la résultante en posant le problème de plusieurs façons.

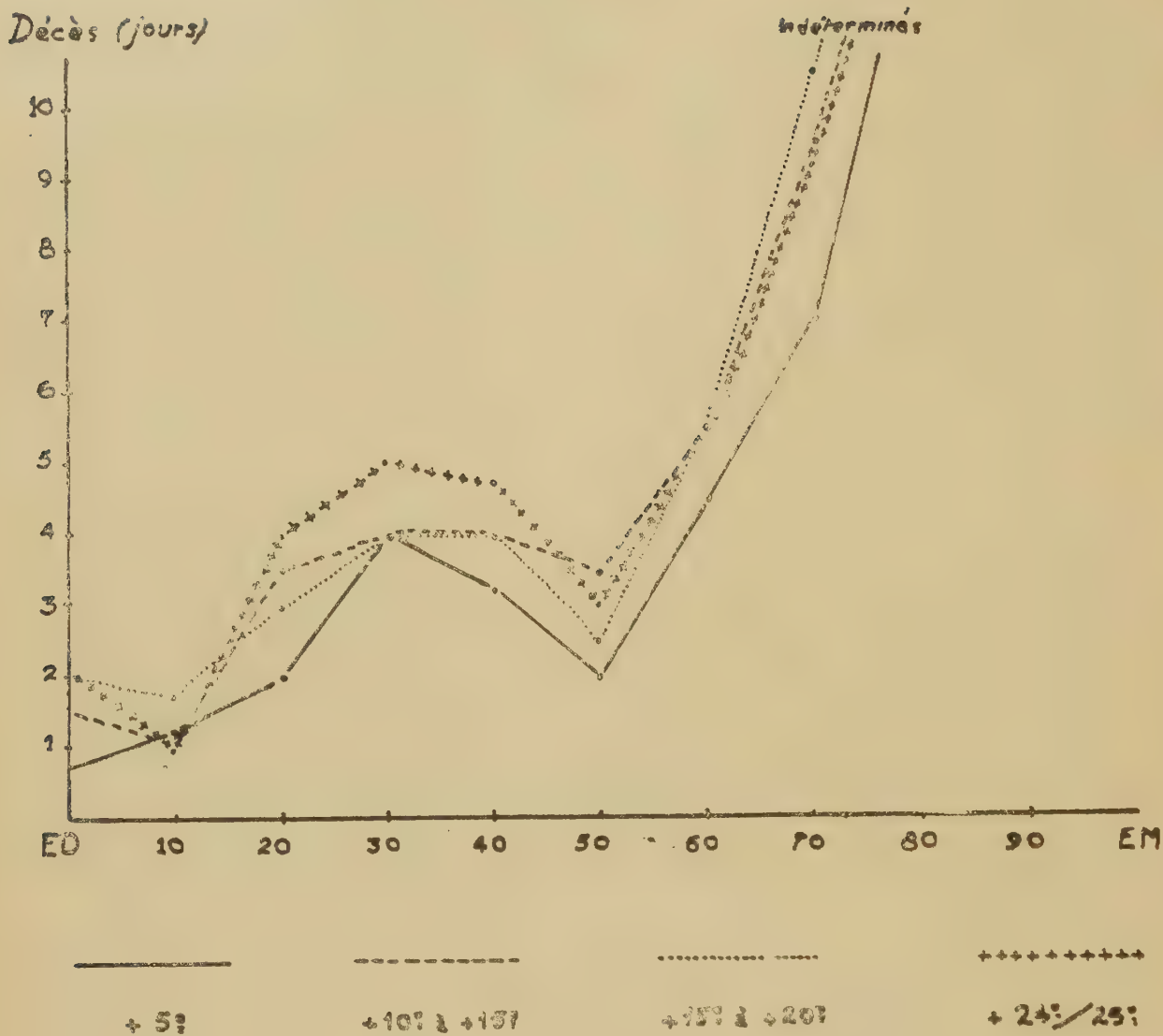
Enfin les valeurs **moyennes** de la survie aux différentes températures, dont les chiffres m'ont permis d'établir les graphiques correspondants, sont parfois différents de ceux trouvés précédemment parce que dans le cas des saisons la température n'est pas toujours exactement la même. Ici, c'est l'eau qui a toujours cette température laquelle peut se modifier si le laboratoire n'est pas chauffé, par exemple en hiver ou s'il est bien aéré en été.

6° Réaction du liquide d'expérience

A — Méthode employée —

Pour obtenir des pH inférieurs à 8,3 (pH moyen de l'eau de mer utilisée) j'employais de l'acide chlorhydrique pur dont 4 à 5 gouttes ajoutées à un cristalliseur de deux litres diminuait le pH de 0,5 approximativement.

L'obtention de pH supérieurs à 8,3 était réalisée avec des pastilles de soude caustique. Un inconvénient à signaler cependant à partir de pH = 10 : la précipitation de corps (en particulier la magnésie) qui gênaient les observations et rendaient la vérification du pH délicate. Malgré ces difficultés, j'ai poursuivi les tentatives et eu l'occasion de constater plusieurs fois que le pH mesuré électriquement correspondait bien, à 0,1 près, à celui que je mesurais par la méthode optique. En effet, je me servais le plus fréquemment d'un comparateur colorimétrique Hellige dont la gamme



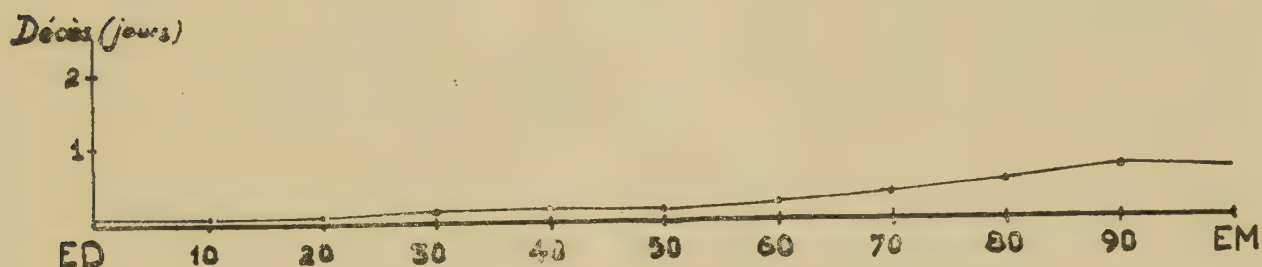
Durées de survie
en fonction de la température
(moyennes).

Fig. 9.

s'étendait de 4,4 à 10,4 ; si le liquide n'avait plus, en cours ou en fin d'expérience, la limpidité du début (excrétions et précipitations diverses) j'avais soin d'interposer entre le disque coloré du comparateur et mon œil d'une part, la lumière naturelle d'autre part, une cuve contenant du liquide dont je mesurais le pH (procédé Walpole) ; l'égalité des teintes était ainsi rétablie, à condition toutefois que le liquide ne soit pas devenu trop opaque. Avec l'habitude de ces manipulations, on finit par apprécier sans grosse erreur de faibles variations de teinte et les résultats que j'ai groupés dans les tableaux qui suivent (9 à 15) sont assez éloquentes. Les milieux utilisés représentent une gamme très étendue allant de l'eau de mer normale à l'eau douce.

B — Résultats —

Les Moules ne semblent pas pouvoir s'adapter à des milieux trop acides ou trop alcalins. Il suffit pour s'en rendre compte, de comparer les graphiques représentant les



*Durées de survie, pH = 5,1.
(moyennes)*

Fig. 10.

durées de survie pour pH = 5,1 (Fig. 10) pour pH = 8,3 (expériences déjà décrites) et pour pH = 10,4 (Fig. 21). Dans le premier cas, le graphique est très proche de l'axe des x ; dans le deuxième cas, le graphique débute plus bas que pour pH = 8,3, accuse les fluctuations semblables à celles d'une eau non alcalinisée et grimpe enfin à des valeurs non indéterminées. De plus, si l'on compare le graphique normal (minimum de décès Fig. 3) et celui obtenu avec pH = 10,4 on constate que le fléchissement à 90 % paraît se retrouver ici à 70 %, donc un certain amoindrissement dans la résistance des Moules aux variations de salinité et de pH.

Si le pH n'est pas trop différent de 8,3 les Moules paraissent mieux se trouver d'un milieu alcalinisé que d'un milieu acidifié ; ce fait ressort de la comparaison des chiffres ci-inclus et plus rapidement des graphiques correspondant aux tableaux. C'est ainsi que pour pH = 7,5 le graphique (Fig. 15) est plus écrasé vers l'axe des x que pour pH = 9,2 (Fig. 17). Au reste, ceci n'est-il pas en rapport avec le pH de l'eau de mer normale qui est relativement élevé ?

En outre, lorsqu'on compare les survies dans des milieux relativement peu dilués à celles dans des milieux plus dilués et de pH similaires, on fait les constatations suivantes :

pH = 7,5 ; dilution : 70 % ; survies de plus de 2 jours : 12 %

pH = 9,2 , — — — — — 100 %

entre ces deux valeurs se situe :

pH = 8,3 ; dilution 70 % ; survies de plus de 2 jours : 100 %

Pour une même dilution, les Moules supportent mieux un pH supérieur qu'un pH inférieur à la normale.

Prenons maintenant les cas suivants :

Dilution 50 %	pH = 5,1 ;	survies + 1 j. = 0,	+ 2 j. = 0,	+ 3 j. = 0
	pH = 6,2 ;	— = 100,	— = 41,	— = 0
	pH = 6,8 ;	— = 56,	— = 0,	— = 0
	pH = 7,5 ;	— = 52,	— = 0,	— = 0
	pH = 9,2 ;	— = 100,	— = 71,	— = 0
	pH = 10 ;	— = 100,	— = 73,	— = 0
	pH = 10,4 ;	— = 100,	— = 51,	— = 0

NB : Survies exprimées en %

Les survies sont plus nombreuses si le pH dépasse 8,3 que s'il est égal ou inférieur à 7,5 avec une sorte de minimum vers pH = 7,0

Comme j'ai toujours trouvé ces mêmes rapports entre les chiffres, j'en déduis que la présence de sels dans le milieu extérieur constitue pour les Moules une protection vis à vis des ions H^+ ou OH^- toxiques ; en effet, la survie est d'autant plus grande que le milieu extérieur est moins dilué (à pH égal). De plus cet effet protecteur est nettement plus accusé lorsque l'alcalinité est plus forte, car il est probable que la présence de sels ralentit ou tout au moins atténue l'action néfaste de l'acide ou de la base présents dans le milieu en quantité anormale, et par la même occasion freine les altérations constatées chez les Moules et l'évolution vers une issue fatale.

(pH = 5,1)

Tableau 9 Durées de survie des Moules

	DECES (en heures)			Survies de		
	Min.	Max.	Moy.	+ 1 jour	+ 2 jours	+ 3 jours
EM	6	23	14 1/2	néant	néant	néant
90	5 1/2	24	14 3/4	—	—	—
80	3 1/2	20	11 3/4	—	—	—
70	1 1/2	14 1/2	8	—	—	—
60	1 1/4	10	+ 5 1/2	—	—	—
50	3/4	5	+ 2 3/4	—	—	—
40	1	6	3 1/2	—	—	—
30	1	5	3	—	—	—
20	1/2	3	1 3/4	—	—	—
10	1/3	3	— 1 3/4	—	—	—
ED	1/3	3 1/2	— 2	—	—	—

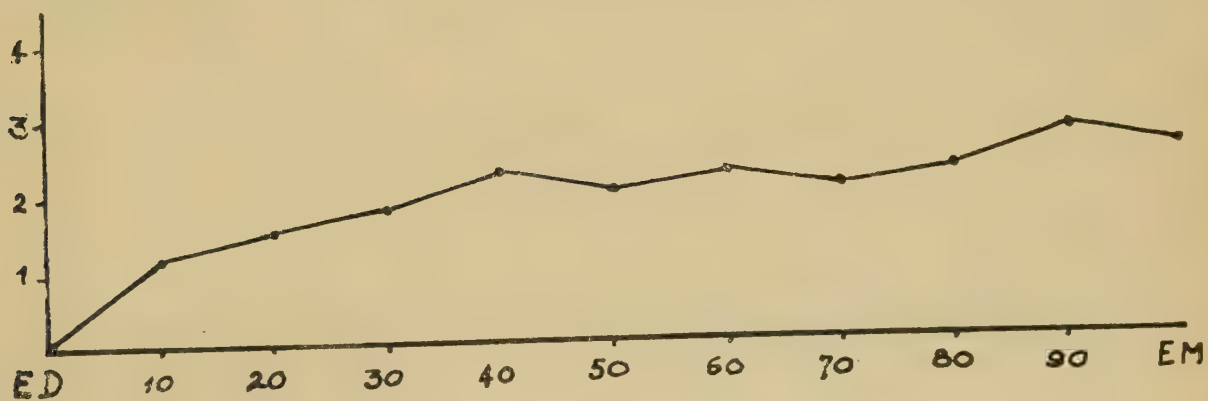
OBSERVATIONS : Grande mortalité plus accusée avec milieu dilué.

(pH = 6,2)

Tableau 10 Durées de survie des Moules

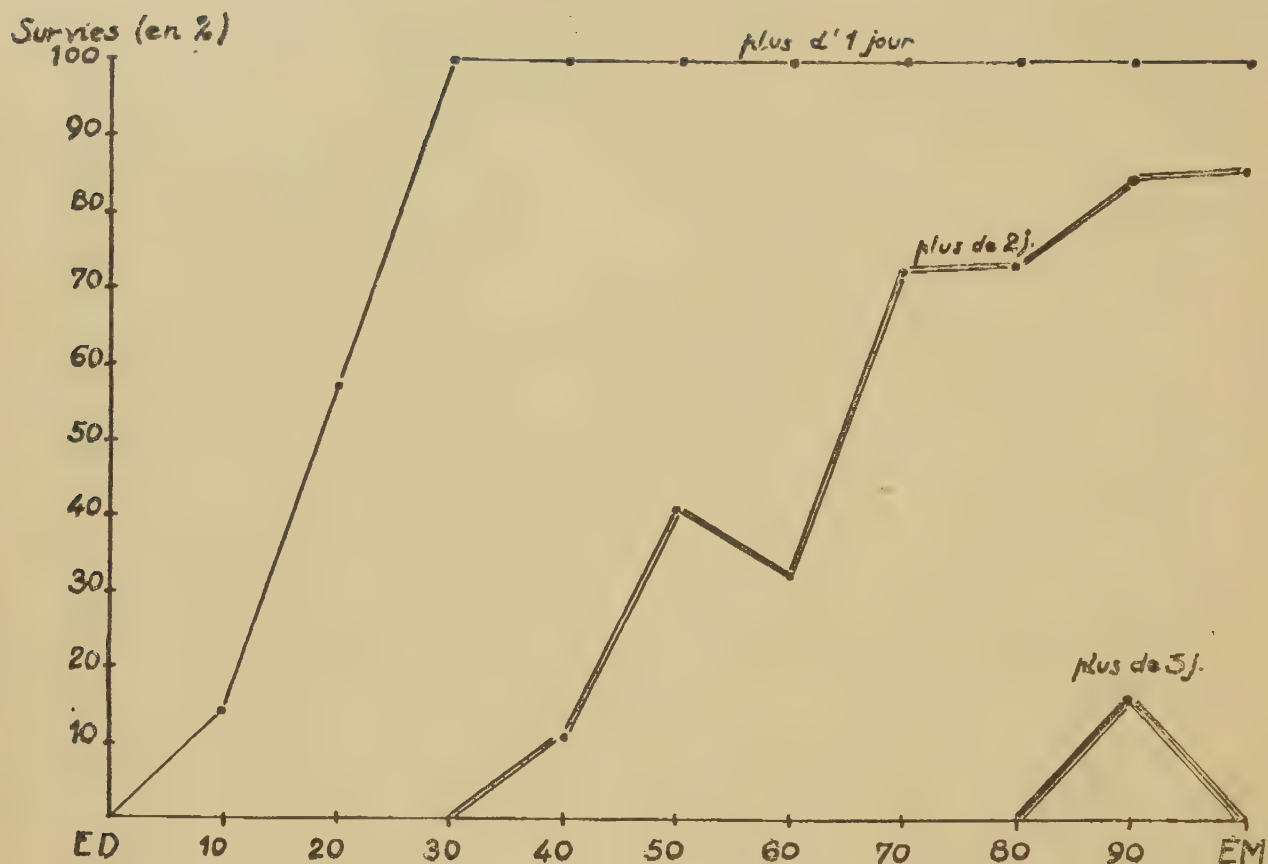
	DECES (en jours)			SURVIES (en %) de			Observations
	Min.	Max.	Moy.	+ 1 jour	+ 2 jours	+ 3 jours	
EM	2	3	2 1/2	100	85	0	<i>Grande mortalité plus accusée avec milieu dilué</i>
90	2	3 1/2	2 3/4	100	84	16	
80	1 1/2	3	2 1/4	100	73	0	
70	(48 h.)	(50 h.)	(48 h. 1/2)	100	72	0	
60	(40 h.)	2 1/2	2 1/4	100	32	0	
50	(36 h.)	2 1/2	2	100	41	0	
40	(37 h.)	3	+ 2 1/4	100	11	0	
30	(38 h.)	2	+ 1 3/4	100	0	0	
20	1	2	1 1/2	57	0	0	
10	(25 min.)	30 h.)	(27 h. 1/2)	14	0	0	
ED	(30 min.)	(2 h.)	(1 h. 1/4)	0	0	0	

Décès (jours)



Durées de survie, pH = 6,2.
(moyennes)

Fig. 11.



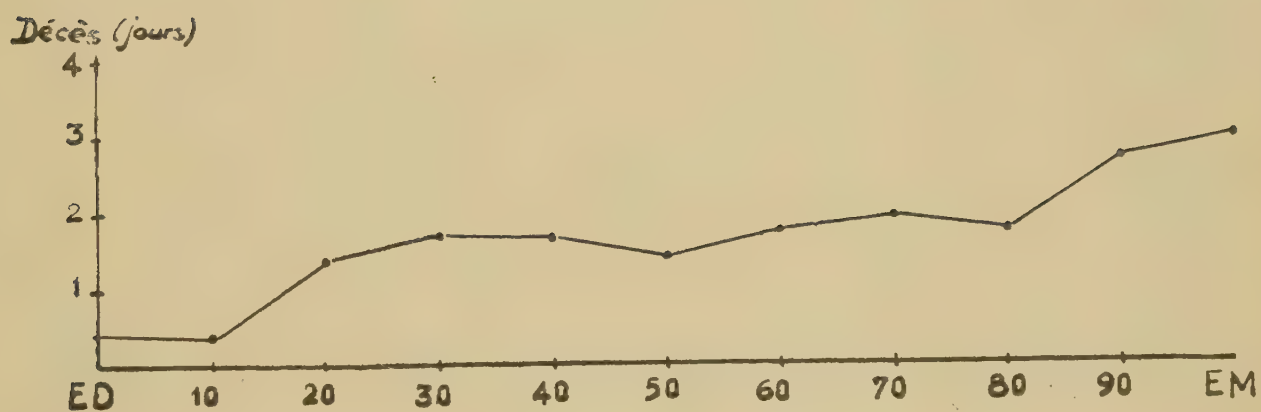
Durées de survie (en %), $p_H = 6,2$.

Fig. 12

($p_H = 6,8$)

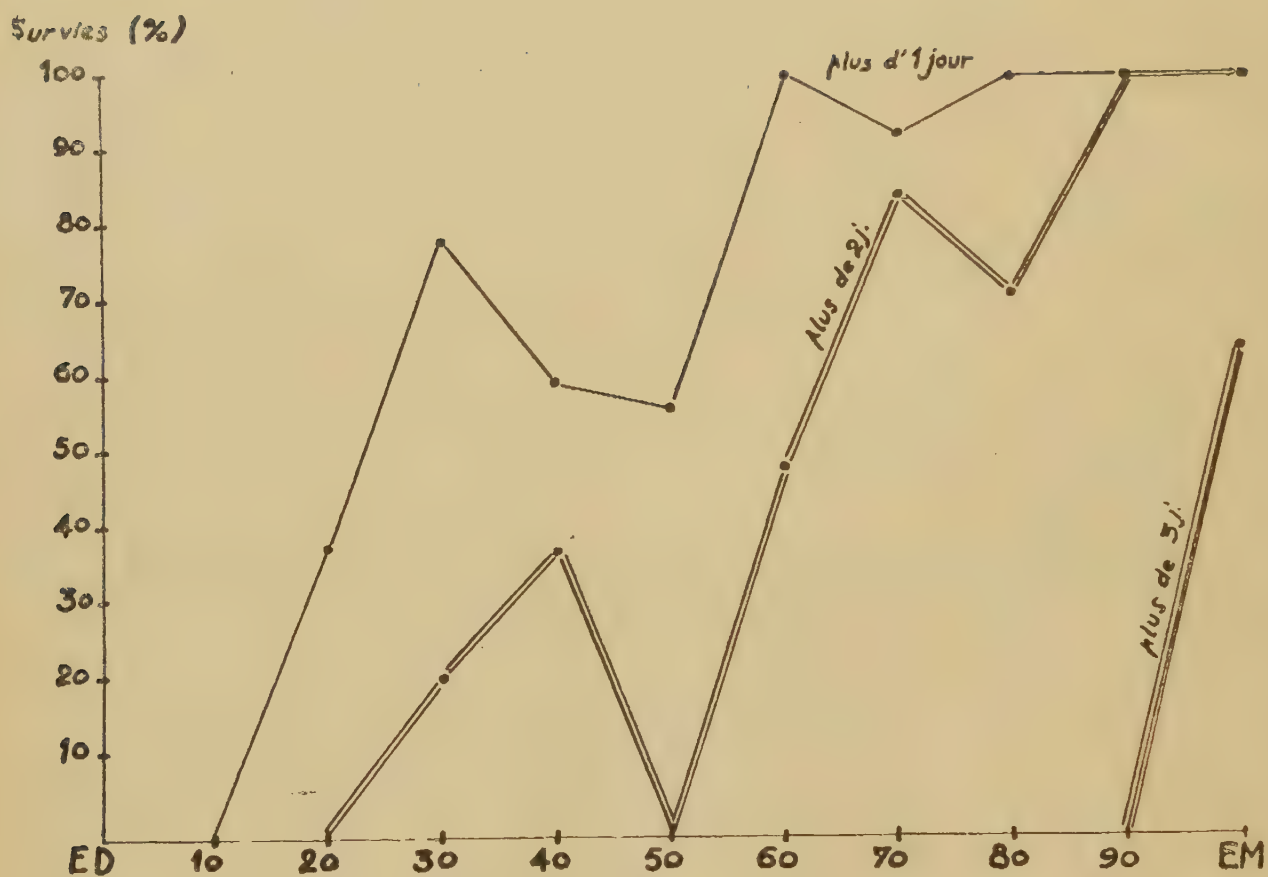
Tableau 11 Durées de survie des Moules

	DECES (en jours)			SURVIES (en %) de		
	Min.	Max.	Mov.	+ 1 jour	+ 2 jours	+ 3 jours
EM	2 1/2	3 1/2	3	100	100	64
90	2 1/2	3	2 3/4	100	100	0
80	30 h.)	2 1/2	+ 1 3/4	100	71	0
70	(23 h.)	3	- 2	92	84	0
60	(26 h.)	2 1/2	+ 1 3/4	100	48	0
50	(20 h.)	2	- 1 1/2	56	0	0
40	(22 h.)	2 1/2	- 1 3/4	59.3	37	0
30	(23 h.)	2 1/2	- 1 3/4	78	20	0
20	18 h.)	2	1 (9 h.)	37	0	0
10	(3 h.)	(17 h.)	(10 h.)	0	0	0
ED	(3 h. 1/2)	(15 h.)	(9 h. 3/4)	0	0	0



Durées de survie, $\mu_H = 6,8$
(moyennes).

Fig. 13.



Durées de survie (en %), $\mu_H = 6,8$.

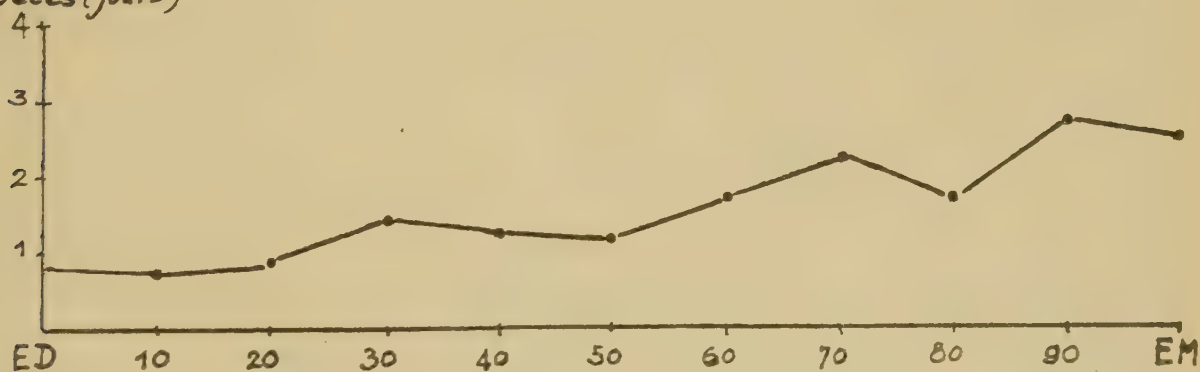
Fig. 14.

(pH = 7,5)

Tableau 12 Durées de survie des Moules

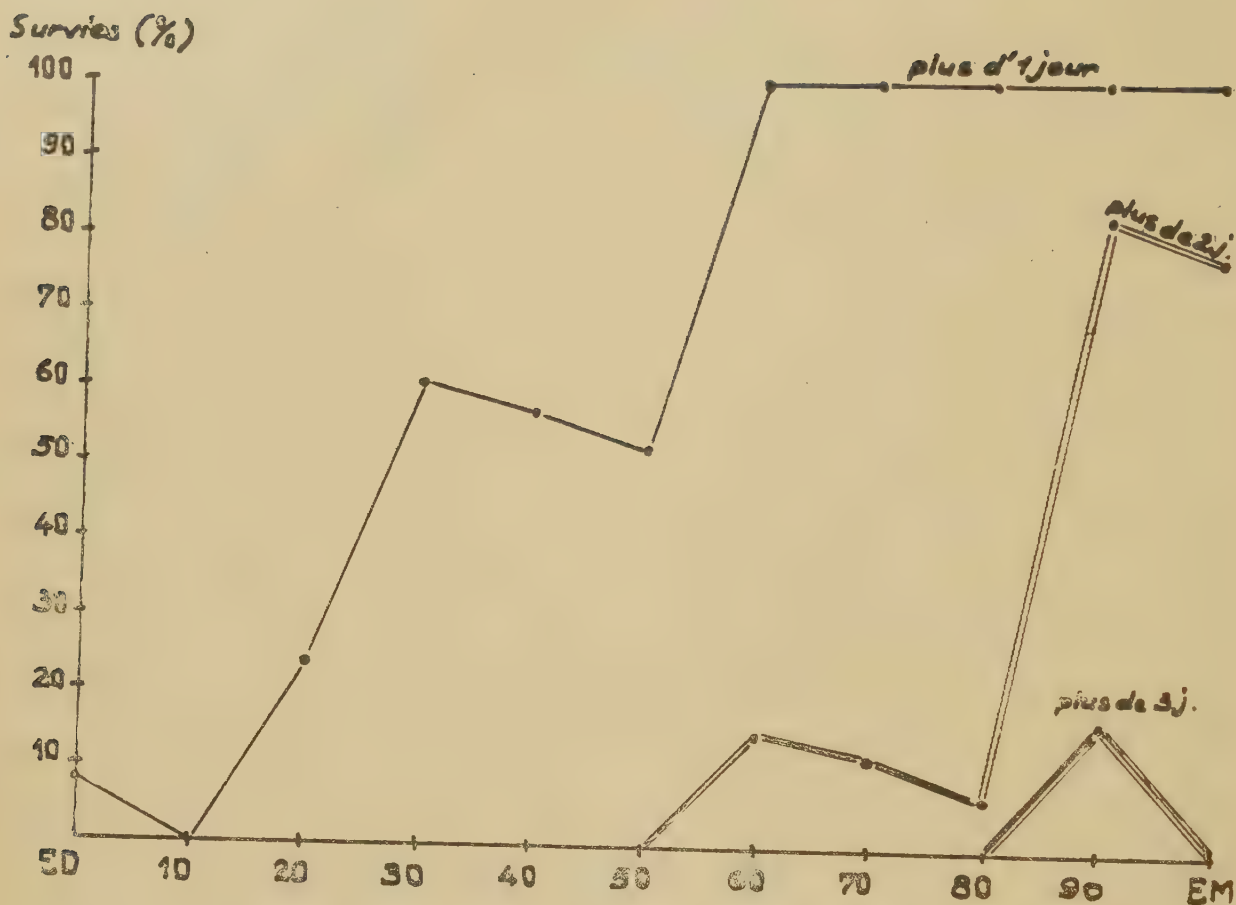
	DECES (en jours)			SURVIES (en %) de		
	Min.	Max.	Moy.	+ 1 jour	+ 2 jours	+ 3 jours
EM	(50 h.)	3	+ 2 1/2	100	78	0
90	2	3 1/2	2 3/4	100	83	17
80	1 1/2	2 1/4	1 3/4	100	7	0
70	(37 h.)	3	2 1/4	100	12	0
60	(27 h.)	2 1/2	+ 1 3/4	100	15	0
50	(12 h.)	(45 h.)	— 1 1/4	52	0	0
40	(15 h.)	2	+ 1 1/4	57	0	0
30	(20 h.)	2	— 1 1/2	61	0	0
20	(8 h.)	1 1/2	(22 h.)	24	0	0
10	(10 h.)	(24 h.)	(17 h.)	0	0	0
ED	(4 h.)	1 1/2	(20 h.)	8	0	0

Décès (jours)



Durées de survie, $p_H = 7,5$
(moyennes).

Fig. 15.



Durées de survie (en %), $pH = 7,5$.

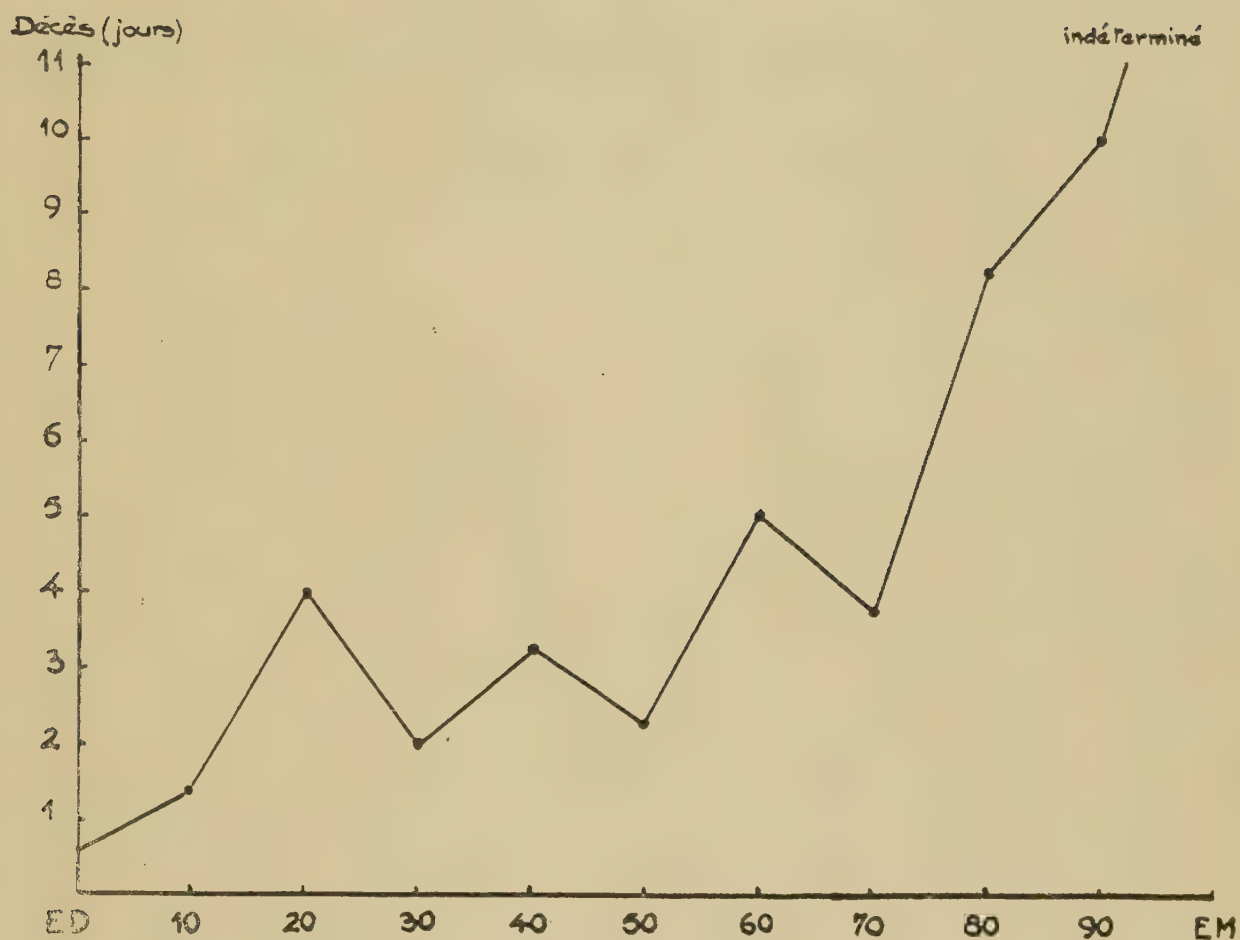
Fig. 16.

($pH = 9,2$)

Tableau 13 Durées de survie des Moules

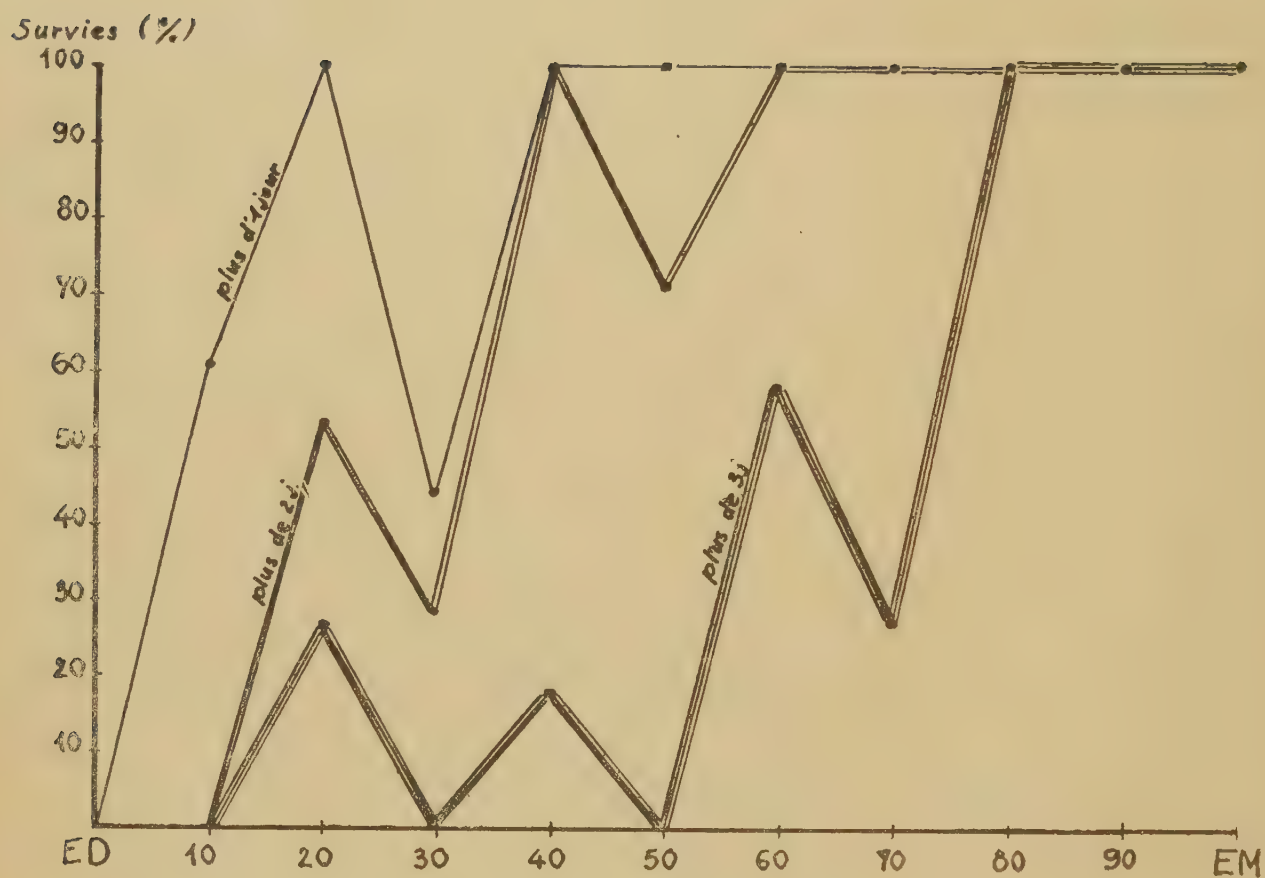
	DECES (en jours)			SURVIES (en %) de		
	Min.	Max.	Moy.	+ 1 jour	+ 2 jours	+ 3 jours
EM	7	indét.	—	100	100	100
90	6	14	10	100	100	100
80	6 1/2	10	8 1/4	100	100	100
70	3	4 1/2	3 3/4	100	100	27
60	3	7	5	100	100	58
50	2	2 1/2	2 1/4	100	71	0
40	2 1/2	4	3 1/4	100	100	18
30	1	3	2	44	28	0
20	2	6	4	100	53	27
10	(18 h.)	2	1 (9 h.)	61	0	0
ED	(6 h.)	1	(15 h.)	0	0	0

Observations : La dilution 30 % accuse une certaine anomalie par rapport aux autres pH.



Durées de survie, $pH = 9,2$.
(moyennes).

Fig. 17.



Durées de survie (en %), pH = 9,2.

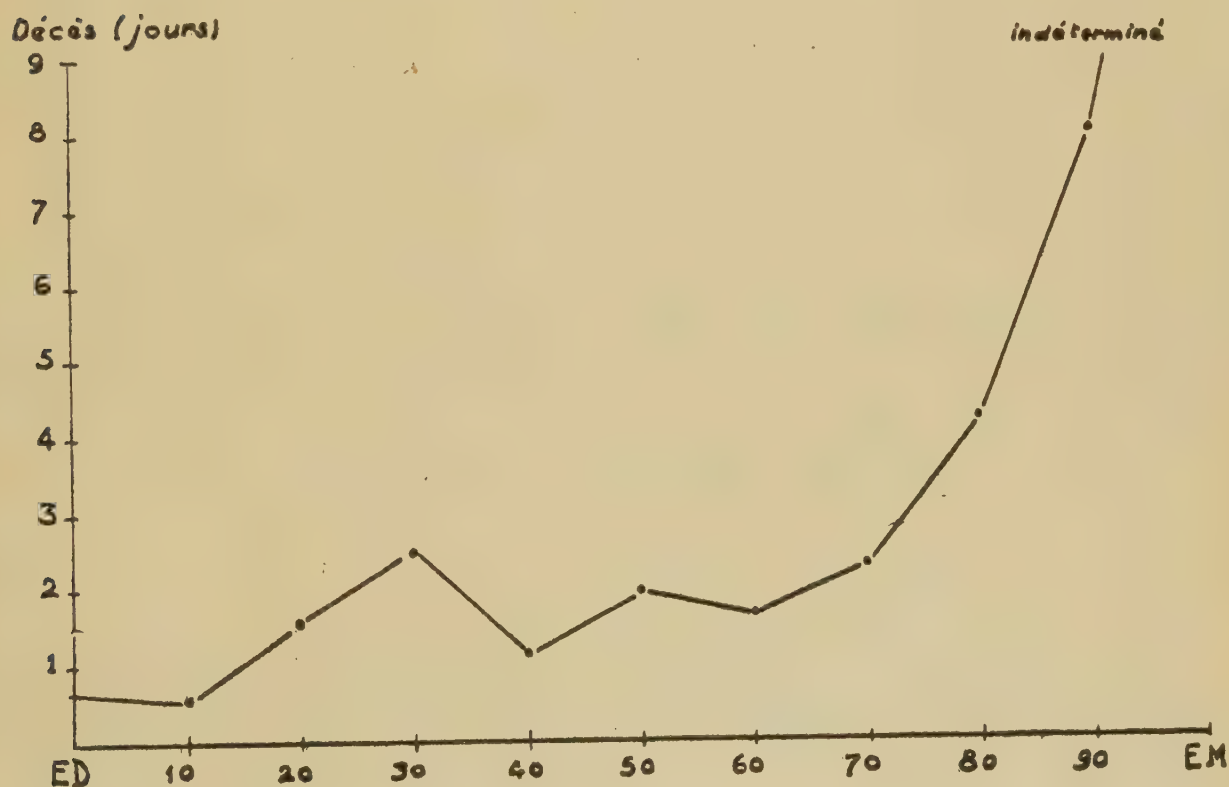
Fig. 18.

(pH = 10)

Tableau 14 Durées de survie des Moules

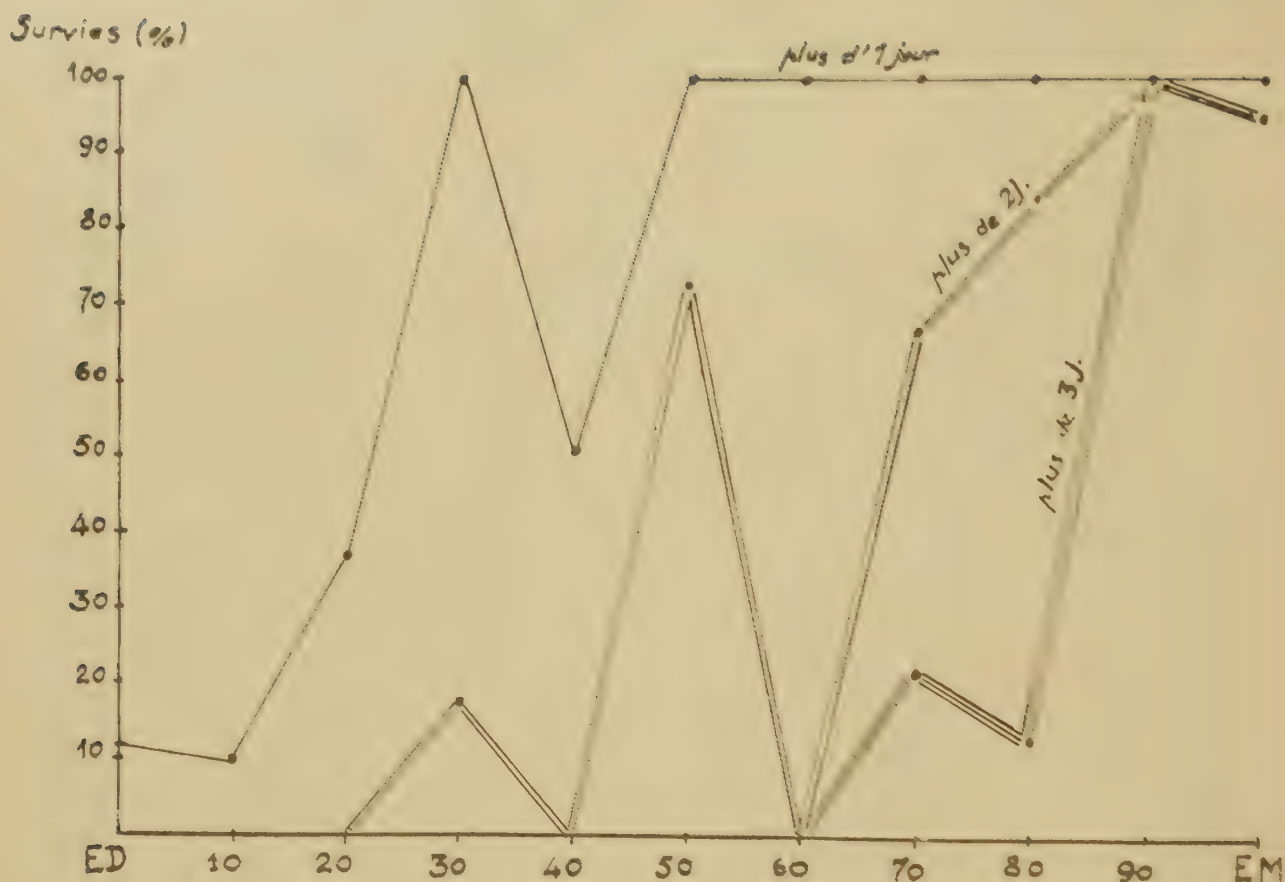
	DECES (en jours)			SURVIES (en %) de		
	Min.	Max.	Moy.	+ 1 jour	+ 2 jours	+ 3 jours
EM	3	indét.	—	100	100	95
90	4	12	8	100	100	100
80	1 1/2	7	4 1/4	100	84	13
70	(28 h.)	3 1/2	2 (8 h.)	100	67	22
60	(32 h.)	2	(40 h.)	100	0	0
50	(40 h.)	(55 h.)	(47 h.)	100	73	0
40	(17 h.)	(38 h.)	(27 h. 1/2)	51	0	0
30	(47 h.)	3	(59 h. 1/2)	100	18	0
20	(20 h.)	2	(34 h.)	37	0	0
10	(3 h.)	(25 h.)	(14 h.)	10	0	0
ED	(2 h.)	(29 h.)	(15 h. 1/2)	12	0	0

Observations : Fléchissement des graphiques pour 40 %.



Durées de survie, pH = 10
(moyennes).

Fig. 19.



Durées de survie (en %), $p_H=10$.

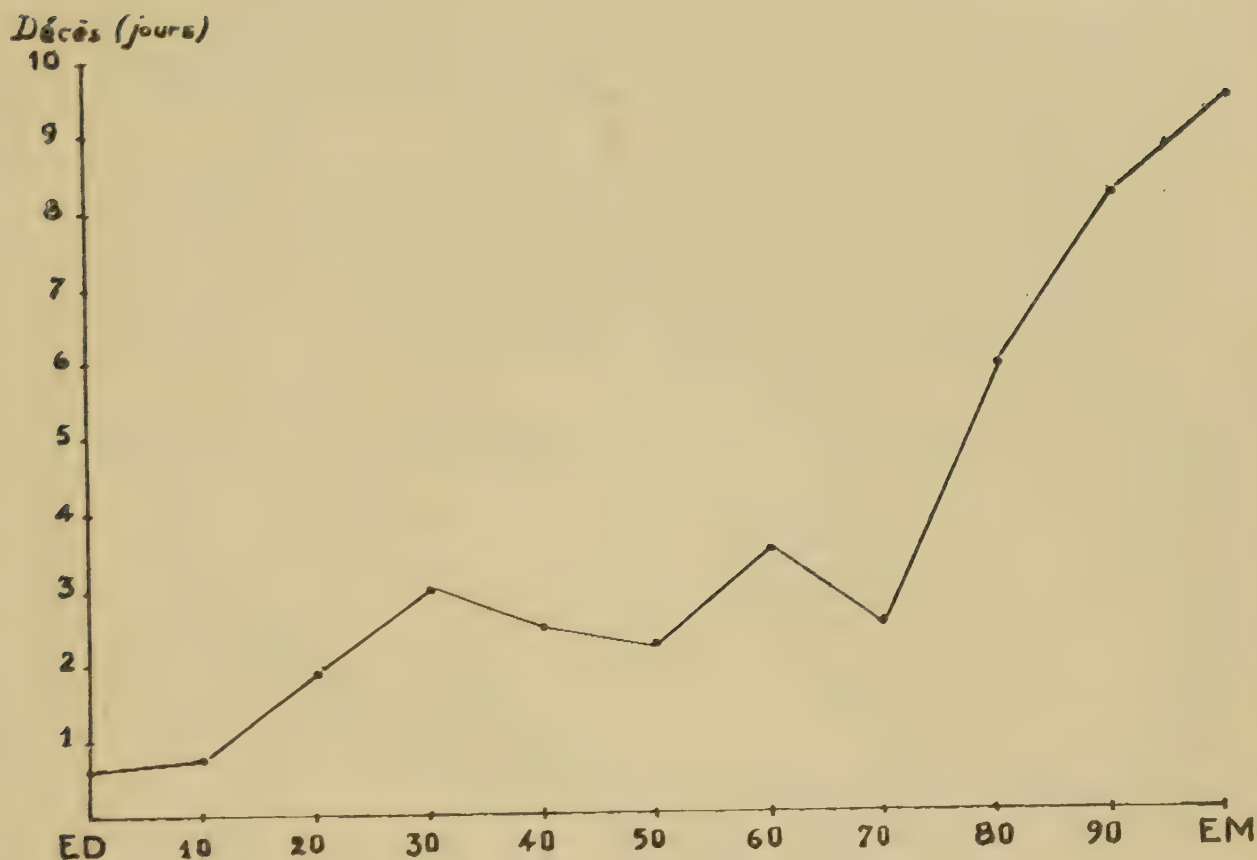
Fig. 20.

($pH = 10,4$)

Tableau 15 Durées de survie des Moules

	DECES (en jours)			SURVIES (en %) de		
	Min.	Max.	Moy.	+ 1 jour	+ 2 jours	+ 3 jours
EM	3 1/4	14	+ 9 1/2	100	100	100
90	3 1/2	13	8 1/4	100	100	100
80	2	10	6	100	75	21
70	1 1/2	3 1/2	2 1/2	100	57	28
60	(47 h.)	5	3 1/2	100	64	27
50	(39 h.)	3	(55 h.)	100	51	0
40	(35 h.)	3 1/2	2 1/2	100	44	23
30	2	4	3	100	53	19
20	(19 h.)	3	(45 h. 1/2)	16	12	0
10	(10 h.)	1	(17 h.)	0	0	0
ED	(5 h.)	1	(14 h. 1/2)	0	0	0

Observations : Fléchissement des graphiques pour 50 % et un peu aussi pour 70 %.



*Durées de survie , $pH = 10,4$.
(moyennes)*

Fig. 21.

7°) Influence du sexe en milieu acidifié ou alcalinisé.

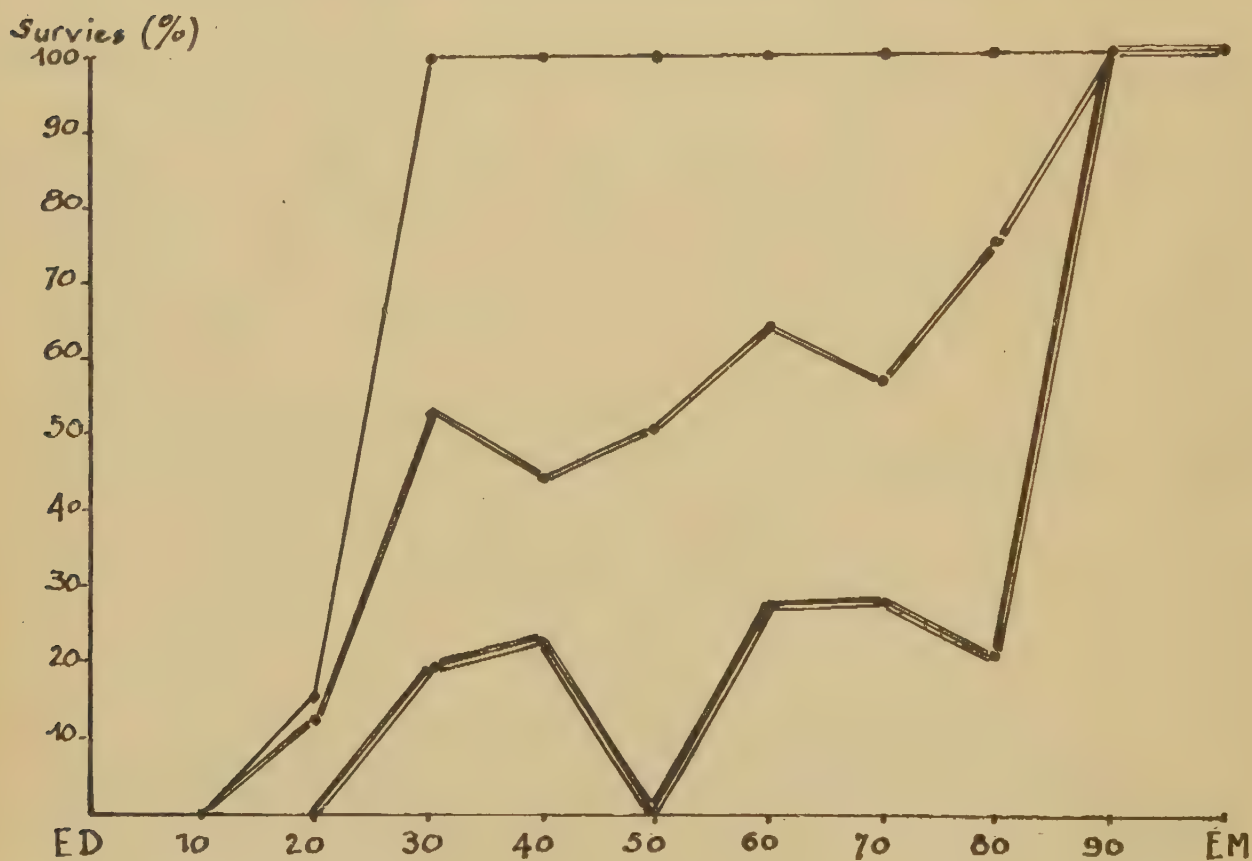
Je n'ai pu me livrer, du point de vue du sexe, qu'à des enquêtes plus générales en extrayant des résultats précédents ceux pour lesquels une détermination des sexes a été effectuée et en complétant éventuellement par des expériences spéciales. Mais ici encore, les chiffres sont assez éloquentes pour que je puisse considérer les mâles comme moins sensibles que les femelles à des modifications ambiantes ; la différence est faible, certes, mais elle existe.

En outre des femelles ont pondu dans quelques cas, par exemple en milieu dilué à 60 %, $pH = 6,2$; à 80 % $pH = 10$; mais je n'ai jamais observé que des œufs assez vite désorganisés ; certains mâles ont rejeté leurs spermatozoïdes mais leur vie a été éphémère puisque je n'ai pu en trouver de vivants dans les divers milieux où cette émis-

sion de sperme a été constatée car je ne faisais d'examen des organes génitaux (où presque toujours les produits sexuels étaient normaux et vivants) qu'à la fin de l'expérience ou parfois au bout d'une heure de séjour en milieu dilué ; par contre, je prélevais fréquemment de l'eau à proximité des Moules qui avaient rejeté leurs produits sexuels ou dans leur cavité palléale.

Les seuls cas, dont il est impossible de généraliser les caractères, où j'ai trouvé des spermatozoïdes vivant ont été : eau à 70 %, pH = 10, une Moule provenant de Toulon et de dimensions 55 × 30 × 27 mm ; et eau à 80 %, pH = 10, une Moule provenant de Toulon (également) et de dimensions 44 × 26 × 18 mm. Ces deux Moules étaient en expérience au mois de mai.

Aucun développement embryonnaire n'a été observé ; les milieux étudiés sont donc



Durées de survie (en %), pH = 10, 4 .

Fig. 22.

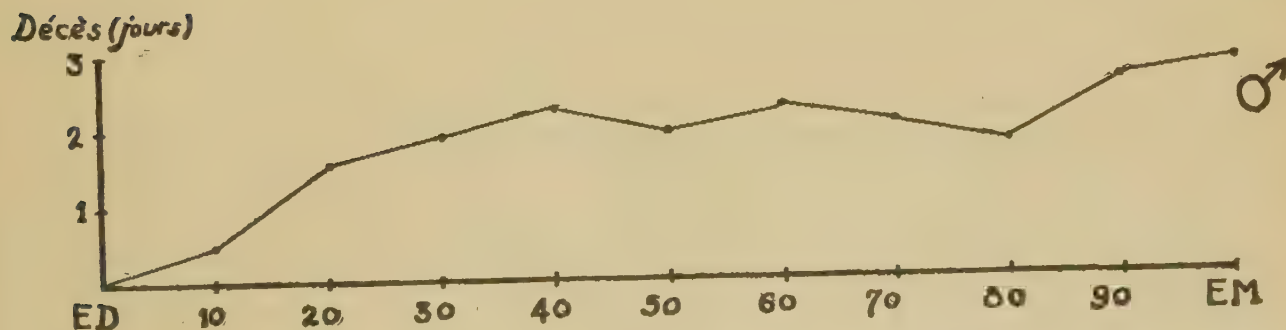
peu favorables à la reproduction des Moules et l'émission des produits sexuels me semble être qu'une réaction quasi automatique de la Moule à une anomalie constitutionnelle du milieu ambiant.

Comme précédemment, les résultats sont condensés sous forme de tableaux (16 à 19) et graphiques (Fig. 23 à 30) ci-après.

Tableau 16 Résistance des Moules mâles en milieu pH = 6,2

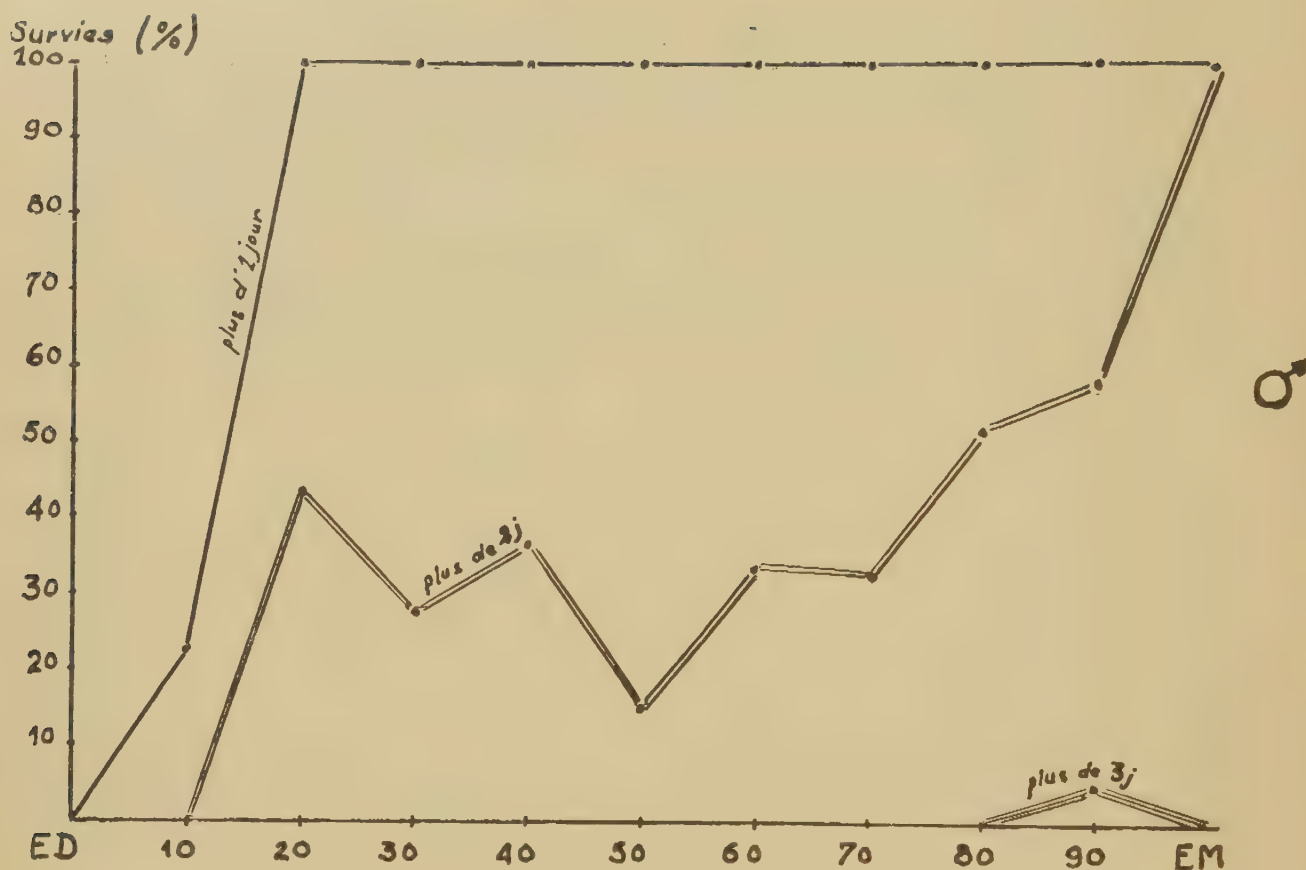
Mâles	DECES (en jours)			SURVIES (en %) de		
	Min.	Max.	Moy.	+ 1 jour	+ 2 jours	+ 3 jours
EM	2 1/2	3	(66 h. 1/2)	100	100	0
90	2	3 1/4	(62 h.)	100	58	5
80	(37 h.)	3	(44 h. 1/2)	100	52	0
70	(48 h.)	(50 h.)	(49 h.)	100	33	0
60	2	2 1/2	(54 h.)	100	34	0
50	(40 h.)	2 1/4	(47 h.)	100	15	0
40	(36 h.)	3	2 1/4	100	37	0
30	(40 h.)	2	(46 h.)	100	28	0
20	(28 h.)	(46 h.)	(37 h.)	100	43	0
10	(5 h.)	(28 h.)	(11 h. 1/2)	23	0	0
ED	(1 h.)	(2 h.)	(1 h. 1/2)	0	0	0

Observations : Chiffres différents de pH = 6,2 (ci-dessus) car on ne considère que les sexes déterminés.



*Durées de survie en milieu acidifié,
pH = 6,2, moyennes.*

Fig. 23.



Durées de survie (en %), $p_H = 6,2$.

Fig. 24 .

Tableau 17 Résistance des Moules femelles en milieu $pH = 6,2$

Femelles	DECES (en jours)			SURVIES (en %) de		
	Min.	Max.	Moy.	+ 1 jour	+ 2 jours	+ 3 jours
EM	2	2 3/4	+ 2 1/3	100	78	0
90	(47 h.)	3 1/4	(62 h. 1/2)	100	52	6
80	1 1/2	2 3/4	(51 h.)	100	47	0
70	(47 h.)	(50 h.)	(48 h. 1/2)	100	31	0
60	(44 h.)	2 1/4	(49 h.)	100	27	0
50	(37 h.)	+ 2 1/4	(45 h. 1/2)	100	12	0
40	(34 h.)	3	(53 h.)	100	30	0
30	(38 h.)	1 3/4	(40 h.)	100	25	0
20	(25 h.)	(47 h.)	(36 h.)	100	36	0
10	2 h.)	(26 h.)	(14 h.)	17	0	0
ED	(0 h. 40)	(1 h. 3/4)	(1 h. 1/2)	0	0	0

Observations : Chiffres différents de $pH = 6,2$ (ci-dessus) car on ne considère que les sexes déterminés.

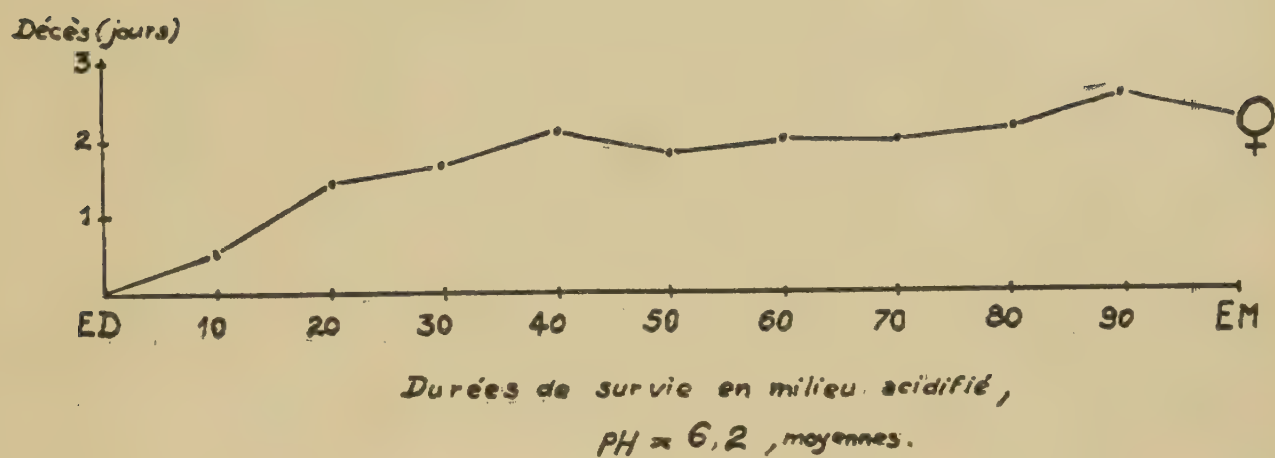


Fig. 25.

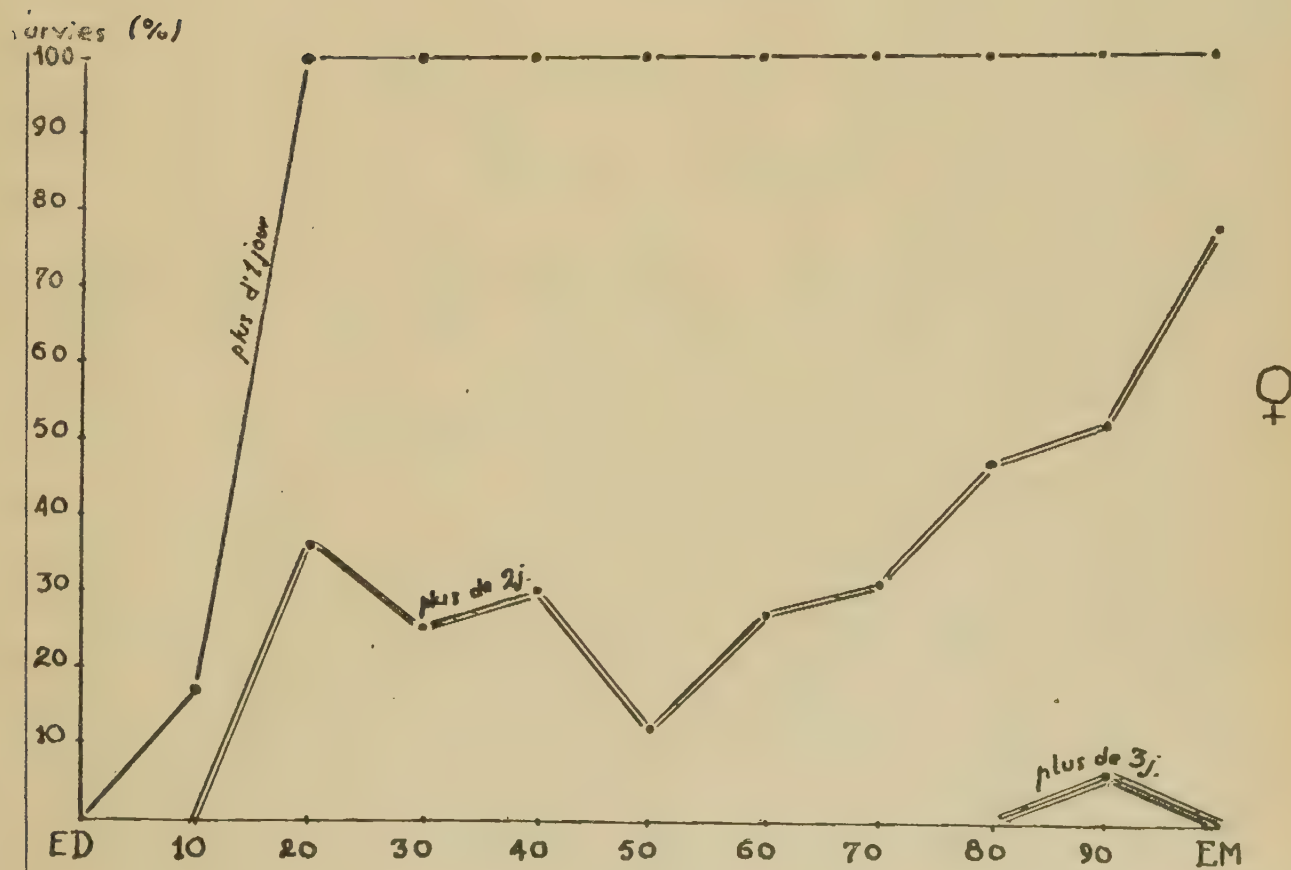
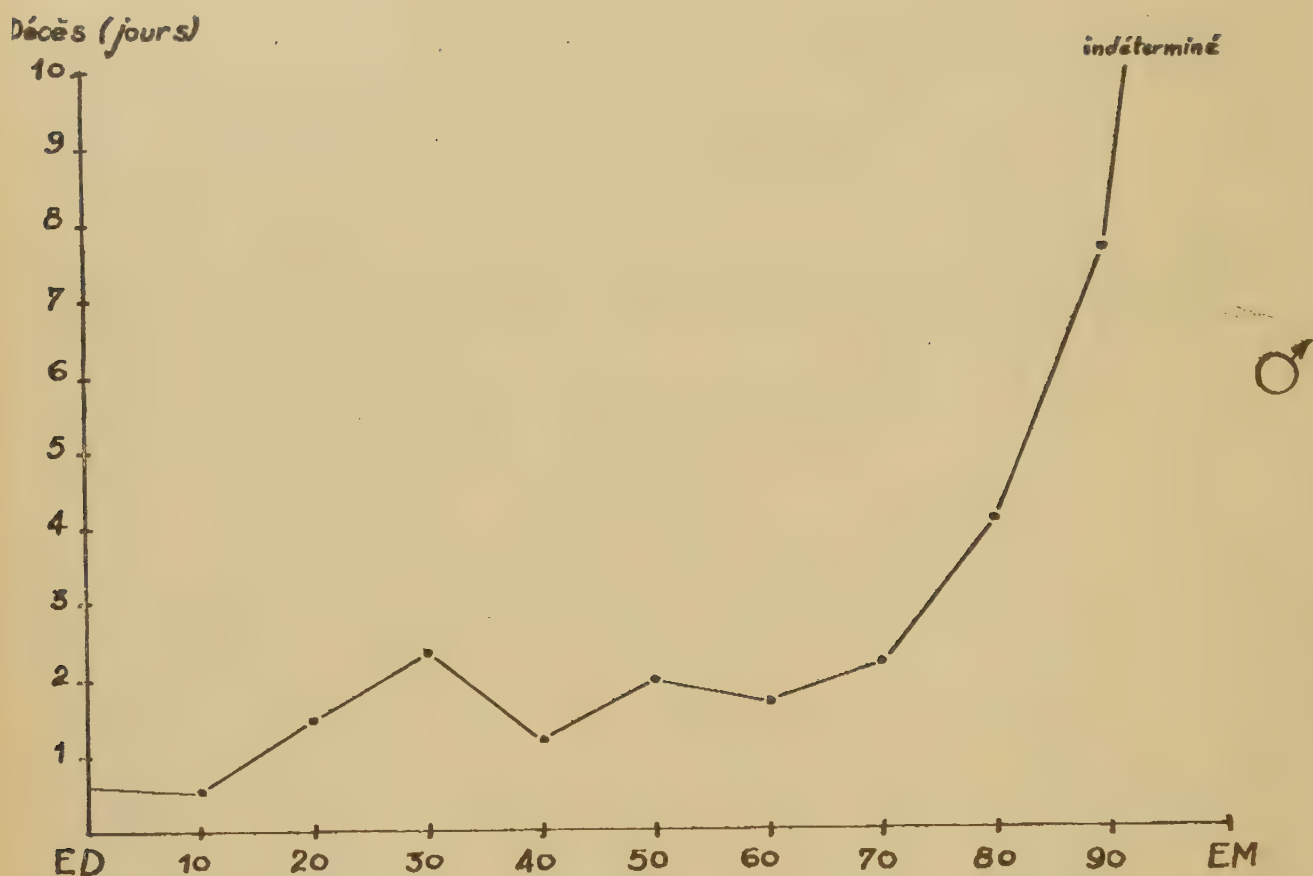


Fig. 26.



*Durées de survie, $pH = 10$.
(moyennes)
Fig. 27.*

Tableau 18 Résistance des Moules en milieu $pH = 10$

Mâles	DECES (en jours)			SURVIES (en %) de		
	Min.	Max.	Moy.	+ 1 jour	+ 2 jours	+ 3 jours
EM	3	indéter.	—	100	100	87
90	4	11	7 1/2	100	100	100
80	1 1/2	6 1/2	4	100	82	12
70	(30 h.)	3 1/2	(51 h.)	100	65	23
60	(33 h.)	(47 h.)	(40 h.)	100	0	0
50	(40 h.)	(54 h.)	(47 h.)	100	70	0
40	(19 h.)	(38 h.)	(28 h. 1/2)	55	0	0
30	2	2 3/4	(57 h.)	100	20	0
20	(25 h.)	2	(36 h. 1/2)	31	0	0
10	(4 h.)	1	(14 h.)	13	0	0
ED	(2 h. 1/2)	(28 h.)	(15 h. 1/4)	16	0	0

Observations : Chiffres différents de $pH = 10$ (ci-dessus) car on ne considère que les sexes déterminés.

Tableau 19 Résistance des Moules en milieu pH = 10

Femelles	DECES (en jours)			SURVIES (en %) de		
	Min.	Max.	Moy.	+ 1 jour	+ 2 jours	+ 3 jours
EM	3	indéter.	—	100	100	87
90	5	10 1/2	7 3/4	100	100	100
80	2	5 1/2	3 3/4	100	80	7
70	(34 h.)	3	(53 h.)	100	63	21
60	(34 h.)	(43 h.)	(38 h. 1/2)	100	0	0
50	(41 h.)	(52 h.)	(46 h. 1/2)	100	67	0
40	(17 h.)	(36 h.)	(26 h. 1/2)	52	0	0
30	(47 h.)	2 1/2	(53 h. 1/2)	100	25	0
20	(24 h.)	(44 h.)	(34 h.)	30	0	0
10	(3 h.)	(23 h.)	(13 h.)	10	0	0
ED	(2 h.)	(25 h.)	(13 h. 1/2)	11	0	0

Observations : Chiffres différents de pH = 10 (ci-dessus) car on ne considère que les sexes déterminés.

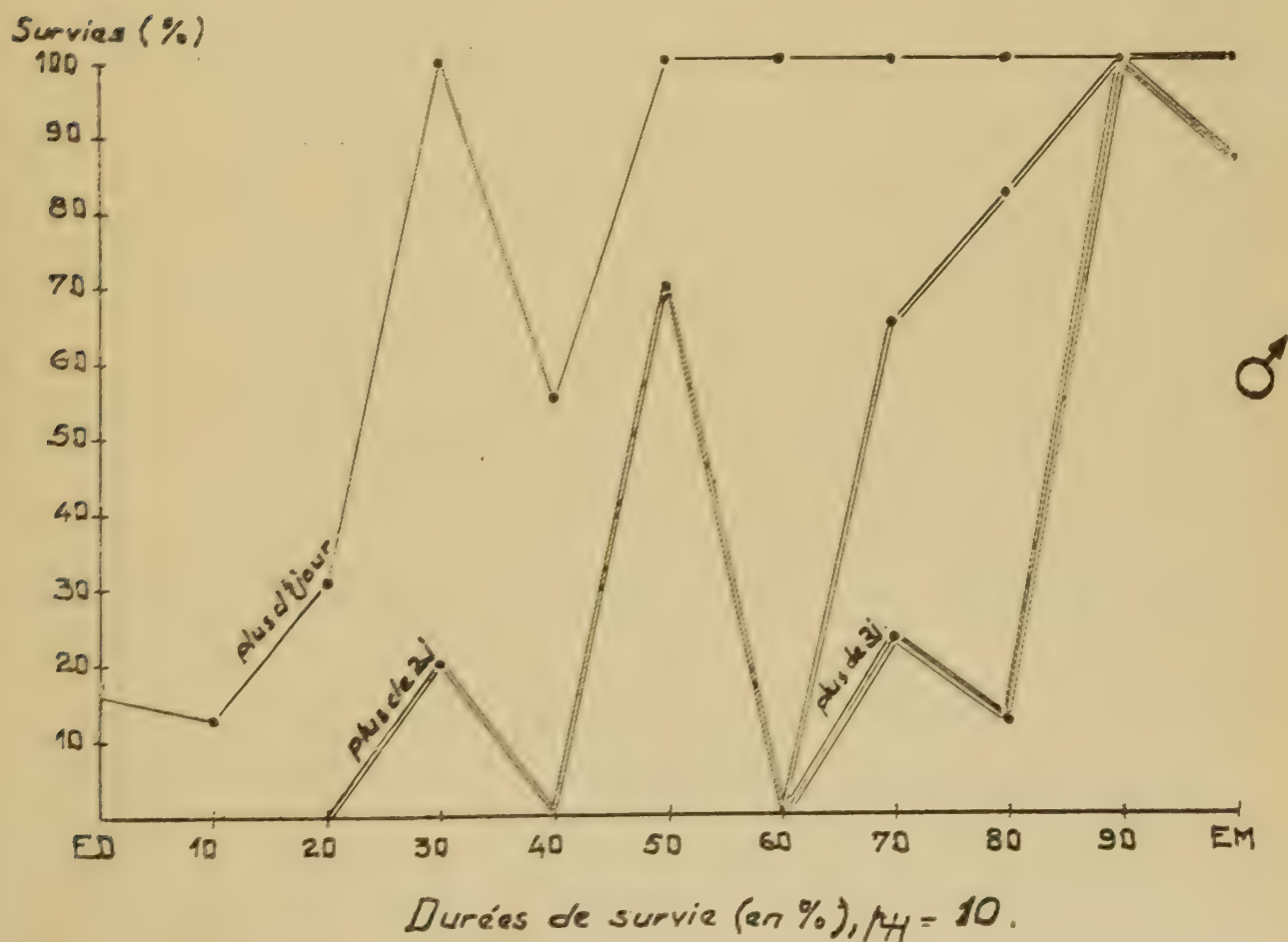
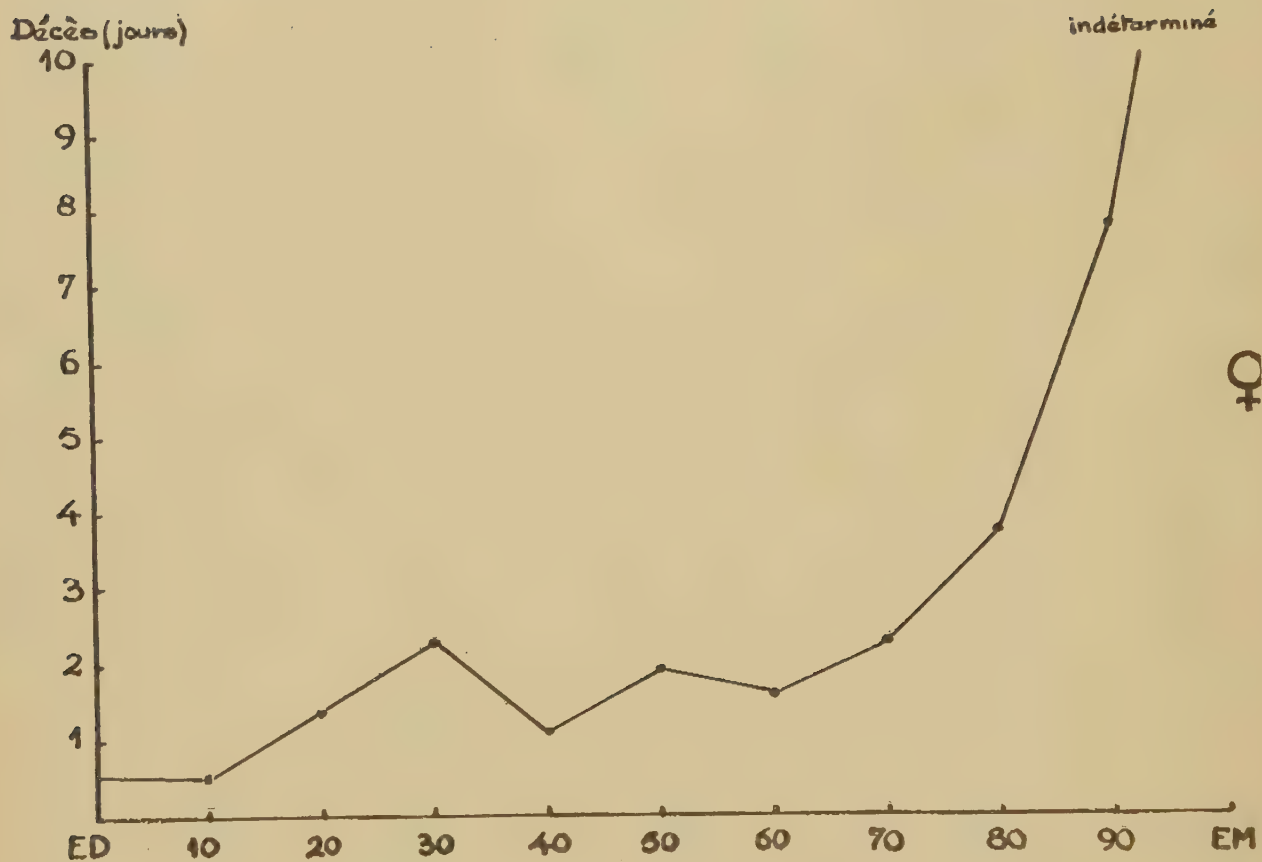
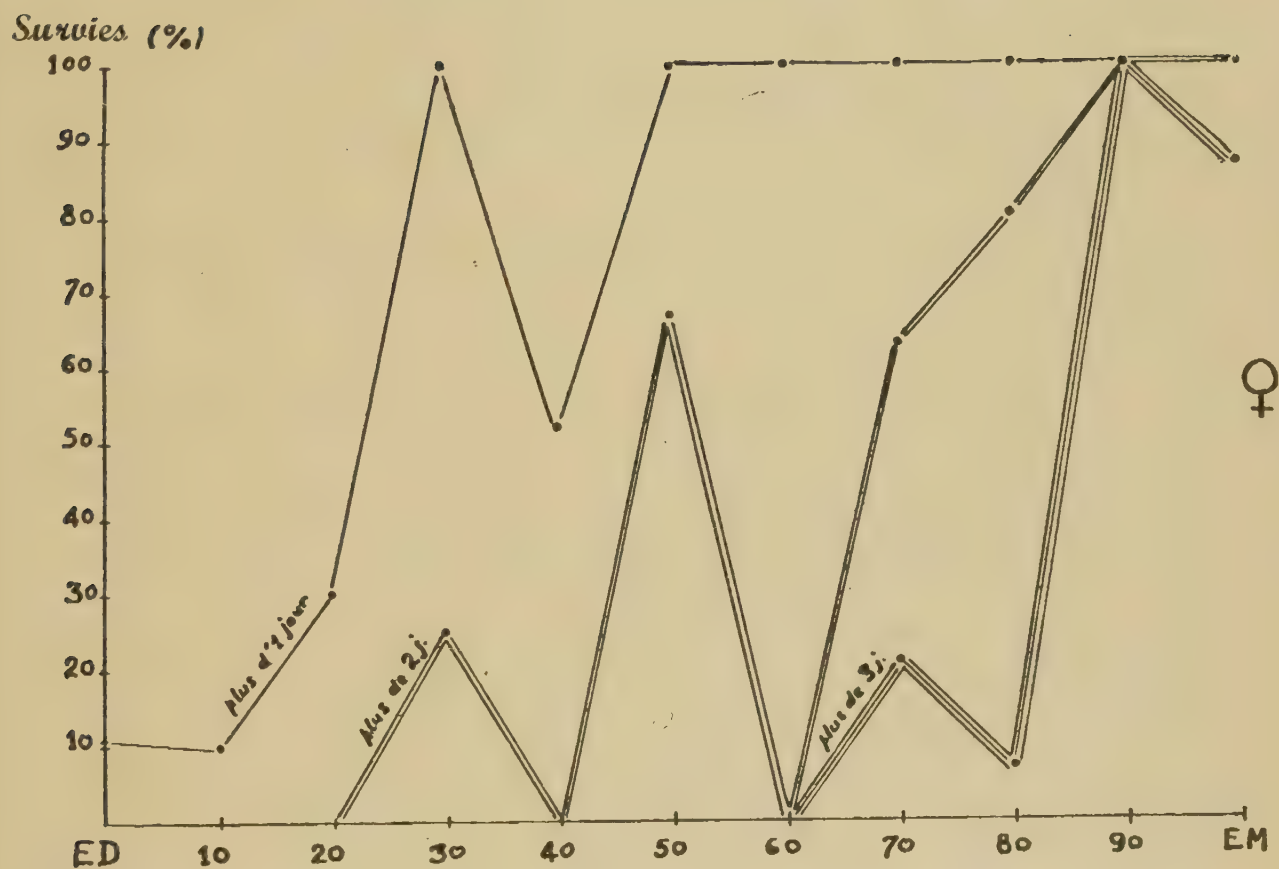


Fig. 28.



Durées de survie, $pH = 10$.
(moyennes)

Fig. 29.



Durées de survie (en %), $p_H = 10$.

Fig. 30.

8° Variations du pH

Comme il fallait s'y attendre, le pH extérieur se modifiait toujours dans le sens de la neutralité.

Afin de point être induit en erreur, je me suis ingénié, à plusieurs reprises, à vérifier la constance du pH dans des cristallisoirs de verre Pyrex où j'avais mis de l'eau de mer diluée accompagnée de quelques gouttes d'acide chlorhydrique. Le pH, dans l'une de ces expériences-témoins était de 5,6 au bout de 6 jours ; avec l'eau de mer normale de pH = 8,3 (Endoume) je constatais toujours une tendance à la neutralité au bout de plusieurs jours. Par exemple : ayant mis deux Moules dans un cristallisoir Pyrex de 3 litres j'ai constaté qu'au bout d'un jour et demi le pH était égal à 7,7 et que ce pH a conserve cette valeur jusqu'à ce que j'arrête l'expérience (décès des Moules) au bout de 7 jours.

On peut donc déduire de ce qui précède que les Moules agissent sur le milieu ambiant en modifiant le pH dans le sens la neutralité, que le pH initial soit acide ou basique à l'origine,

Et si l'on acidifie ou alcalinise à nouveau, le même phénomène se reproduit. Par exemple :

1° eau à 70 %, pH = 6,8 ; au bout de 24 h. pH = 7,6 ; ajouté HCl jusqu'à pH = 6,4 ; au bout de 30 h. pH = 7,7.

2° eau à 80 %, pH = 10 ; au bout de 26 h. pH = 9 ; ajouté NaOH jusqu'à pH = 10,2 ; au bout de 18 h. pH = 9,1.

Le tableau (20 page 63) condense les principales expériences faites.

Tableau 20 Variations du pH

Type de milieu	pH (début)	Durée totale expérience	pH (fin)
EM	6,2	30 h.	7,1
	10	24 h.	8,8
90	6,3	28 h.	7,0
	10,1	24 h.	8,7
80	6,2	2 jours	7,0
	10	1 jour	9,0
70	6,4	1 jour	7,5
	10	2 jours	8,5
60	6,3	2 jours	7,6
	10	2 jours	8,3
50	6,2	2 jours 1/2	7,0
	10	1 jour 1/2	8,2
40	6,2	2 jours	7,7
	10	2 jours	8,4
30	6,2	1 jour 1/2	7,3
	10	1 jour	9,0
20	6,2	1 jour	7,5
	10	1 jour 1/2	8,9
10	6,2	1 jour	7,8
	10	1 jour	9,2
ED	6,2	12 h.	7,0
	10	12 h.	9,1

Observations : Il est difficile de trouver un rapport entre la dilution, le pH et la rapidité du retour au pH normal (8,3).

Enfin, quand on considère les pH voisins de 7,5 on constate que, quel que soit le milieu envisagé, dilué ou non, les Moules ne l'influencent que d'une façon insignifiante. Par exemple, dans un milieu à 70 % de pH = 7,6 j'ai obtenu au bout de 3 jours un pH = 7,2 dans certains cas, de 7,4 ou 7,5 dans d'autres ; avec pH initial de 7,2 je n'ai eu que de très faibles variations, parfois aussi un pH constant (solution-tampon).

On explique cette tendance, pour les Moules, à ramener à la neutralité la réaction primitivement acide ou alcaline du milieu qui les entoure, quand des substances-tampons ne s'opposent pas à ces variations de réaction (cas des expériences avec HCl), par le dégagement de CO² produit par la respiration des Mollusques et aussi par le rejet de produits variés par l'intestin et les téguments ; c'est ainsi que j'ai observé, dans certaines expériences, un retour un peu plus rapide à la neutralité et par la même occasion une plus grande abondance de ces excréta.

Ce CO² s'oppose aux bases du milieu et les neutralise ; l'acidité paraît atténuée par l'émission de carbonate qui représentent une forme d'excrétion du CO², ces carbonates se combinant avec l'acide du milieu extérieur. Ce phénomène a été mis en évidence par JOLYET et REGNARD (1877) chez les Poissons et il est probablement applicable au cas des Moules où cete « respiration solide » comme l'écrit REGNARD, est la cause du tamponnage du milieu extérieur. En effet la petite quantité de carbonates éliminés en même temps que l'acide libre forme un système dont le pH est sensiblement constant.

9° Conditions de vie avant les expériences

J'ai aussi tenu à préciser le rôle joué par les conditions de vie des Mollusques avant les expériences des types décrits ci-dessus. Pour cela je me suis toujours inquiété de la provenance des Moules utilisées et de leur état antérieur à mes expériences. Voici du reste à titre d'exemple le genre d'enquête auquel je me livrais : le 23 novembre 1941 je reçois 3 Kg. de Moules provenant du parc de Bouzigues ; elles ont été ramassées le 21 ; je les laisse 3 jours dans l'eau de mer renouvelée avant de commencer les expériences ; leur état est excellent, leurs réactions vives et normales. Ce sont les Moules qui m'ont donné une faible partie des résultats exposés dans les pages précédentes. Malheureusement je n'ai pu faire autant d'expériences que je l'aurais voulu, aussi me suis-je contenté de lots pour lesquels la provenance était vérifiable et limité à quelques cas. Cependant il m'a été possible de constater que les mauvais traitements influent sur la résistance des Moules aux variations du milieu ambiant. Voici quelques aspects de ces modifications.

1 — Si les Moules sont restées **hors de l'eau de mer** plus de 8 à 10 jours, leur résistance est nettement diminuée, dans tous les cas et quel que soit le sexe considéré. Il n'y a pas de proportionnalité entre la mortalité chez des Moules en excellent état et des Moules qui ont subi une longue émerision, cependant dans l'ensemble la courbe de mortalité (2° cas) est au-dessous de celle du 1er cas. Les tableaux 21 et 22

et graphiques (Fig. 31) ci-après mettent bien en évidence ce phénomène, quoique ne s'appliquant qu'à quelques-unes des dilutions et à quelques-uns des pH étudiés dans les pages précédentes.

Tableau 21 Survies des Moules bien traitées

	pH = 6,2			pH = 10			Mâles			Femelles		
	Min.	Max.	Moy.	Min.	Max.	Moy.	Min.	Max.	Moy.	Min.	Max.	Moy.
EM	2	3	2 1/2	3	ind.	ind.	ind.	ind.	ind.	ind.	ind.	ind.
70	(48 h.)	(50 h.)	(49 h.)	(28 h.)	3 1/2	(50 h.)	4	14	9	5	13	9
50	(36 h.)	2 1/2	(48 h.)	(42 h.)	(54 h.)	(48 h.)	3	4	3 1/2	1 1/4	3	2 (3 h.)
30	(39 h.)	2	(48 h. 1/2)	(48 h.)	3	2 1/2	2 3/4	6	4 (9 h.)	2 1/2	5	3 3/4
10	(0 h. 30)	(30 h.)	(15 h. 1/4)	(3 h.)	(25 h.)	(14 h.)	(15 h.)	(36 h.)	(25 h. 1/2)	(10 h.)	(48 h.)	(29 h.)
ED	(0 h. 30)	(2 h.)	(1 h. 1/4)	(2 h.)	(29 h.)	(10 h. 1/2)	(17 h.)	3 1/2	(50 h.)	(5 h.)	(36 h.)	(20 h. 1/2)

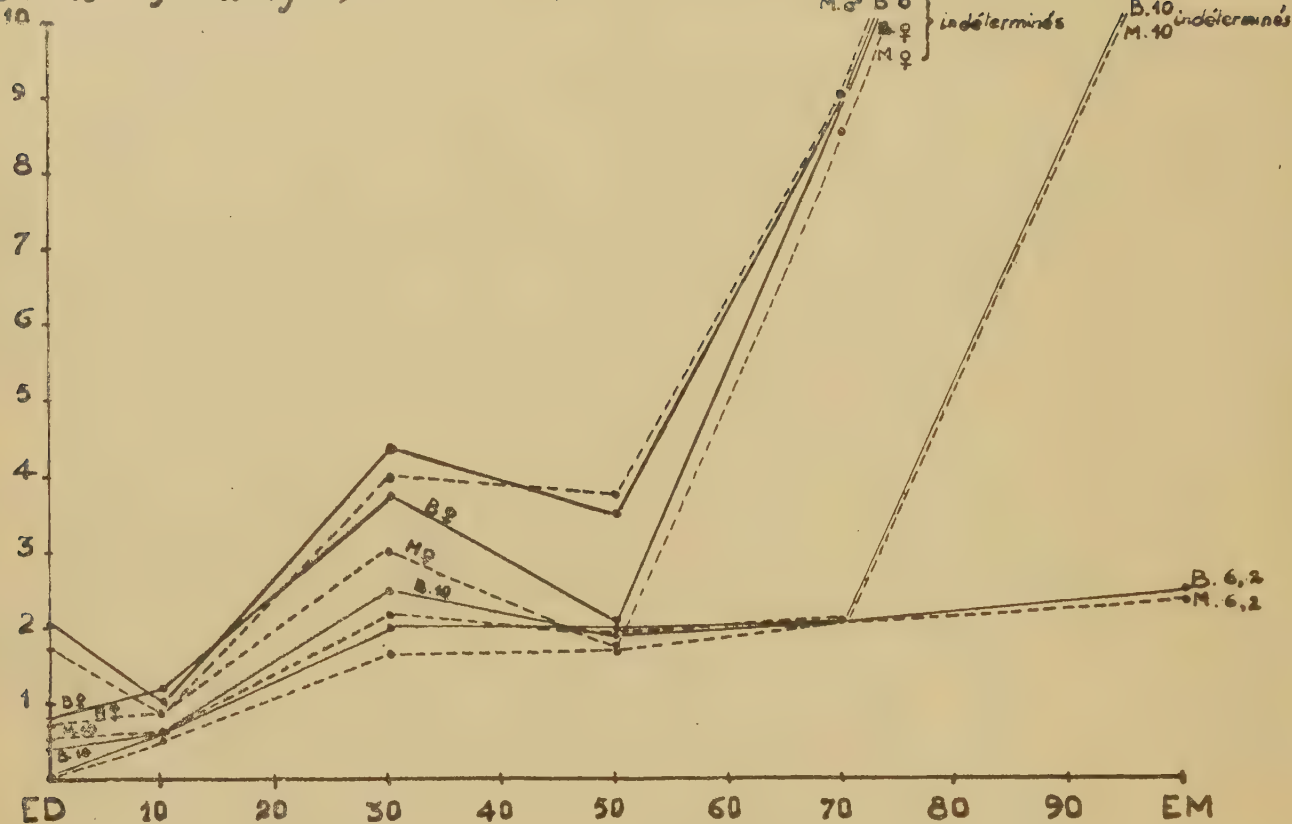
Tableau 22 Survies des Moules mal traitées

	pH = 6,2			pH = 10			Mâles			Femelles		
	Min.	Max.	Moy.	Min.	Max.	Moy.	Min.	Max.	Moy.	Min.	Max.	Moy.
EM	2	2 3/4	(57 h.)	3	ind.	ind.	ind.	ind.	ind.	ind.	ind.	ind.
70	(47 h.)	(50 h.)	(48 h. 1/2)	(28 h.)	3	(50 h.)	4	14	9	5	12	8 1/2
50	(37 h.)	2	(42 h. 1/2)	(40 h.)	(55 h.)	(47 h. 1/2)	3 1/2	4	3 3/4	1	2 1/2	1 3/4
30	(38 h.)	1 3/4	(40 h.)	(47 h.)	2 1/2	(53 h. 1/2)	2 1/2	5 1/2	4	2	4	3
10	(0 h. 25)	(26 h.)	(13 h. 13)	3 1/2	1	(13 h. 3/4)	(12 h.)	(30 h.)	(21 h.)	(7 h.)	(36 h.)	(21 h. 1/2)
ED	(0 h. 30)	(1 h. 3/4)	(1 h. 07)	(2 h.)	(25 h.)	(13 h. 1/2)	(15 h.)	3	(43 h. 1/2)	(3 h.)	(35 h.)	(19 h.)

Dans la figure 31 il n'a été indiqué que les moyennes de survies ; les différences entre bonnes et mauvaises conditions sont assez nettes partout, ce qui n'est pas étonnant ; parfois elles sont peu accusées ou bien les courbes se confondent (exemple : pH = 10) ou à peu près (exemple : début pH = 6,2). Il y a cependant des exceptions telles que pour le début de pH = 10 ; d'autre part il semble que les survies soient, à des milieux différents, d'autant plus grandes que le pH est plus proche du pH normal (8,3), c'est à dire 10 plutôt que 6,2. Les Moules en bon état supportent mieux les pH basiques que les pH acides. D'autre part les mâles ont une résistance plus grande que les femelles, très accusée pour 50 % et l'eau douce, un peu moins pour 30 %, sensiblement analogue dans l'ensemble pour 10 % et pour les dilutions égales ou inférieures à 70 %.

2 — Pour des Moules utilisées **telles quelles**, sans retrempage préalablement aux expériences, les résultats sont sensiblement analogues quoique moins accusés. Il faut en déduire que ce qui compte le plus, pour la Moule, ce n'est pas tant l'émerion elle-même que sa durée qui influe sur son comportement ultérieur. Du reste dans la nature la Moule supporte aisément, on pourrait même dire qu'elle recherche les endroits

Survies moyennes (jours)



Durées de survie, en fonction des conditions de vie.
 { B, M : bien, mal traitées avant expériences.
 { 6.2, 10 : pH du milieu

Fig. 31.

découvrant un peu du fait des vagues, ce qui n'implique nullement une exclusive vis-à-vis des stations plus profondes. Ce Mollusque s'accommode fort bien d'une émergence représentant en somme la plus belle illustration de ce que l'on nomme « mauvaises conditions de vie », à condition que cette émergence ne soit pas trop prolongée (pas plus de 8 à 10 jours) car cette vie en vase clos n'est pas indéfiniment supportable.

3 — Il n'y a pratiquement pas d'autre facteur important intervenant dans la modification de résistance des Moules.

Celles-ci supportent même la présence de mazout dans l'eau où elles vivent et se reproduisent; et en ayant toujours souci de tenter un parallélisme entre des expériences et les conditions naturelles je n'ai guère trouvé d'autre point de vue suscepti-

ble d'intérêt pour le moment. Car il est évident que les conditions anormales les plus fréquentes auxquelles peuvent être soumises les Moules relèvent essentiellement d'un apport d'eau douce ou d'eau polluée.

De toutes les expériences ou observations qui précèdent on peut déduire que les Moules supportent fort bien des concentratins salines inférieures à celles de l'eau de mer, lorsqu'on les force à entrer en contact avec le milieu extérieur, si ces concentrations ne sont pas inférieures à 70 % d'eau de mer et 30 % d'eau douce. En dessous de cette concentration les Moules résistent de moins en moins bien et l'adaptation rapide ne se fait plus du tout dans des milieux approchant de l'eau douce.

Si le milieu extérieur est acidifié ou alcalinisé, l'adaptatin se fait d'autant moins bien que le milieu est plus éloigné de l'eau de mer normale. Les ions H^{+} et OH^{-} ont une toxicité que diminue la présence de sels dans le milieu ambiant. Divers facteurs : saisons, conditions antérieures aux expériences, etc. modifient assez légèrement ce pouvoir d'adaptation.

IV. — RESISTANCE DES MOULES AUX MODIFICATIONS LENTES DU MILIEU EXTERIEUR

Ayant ainsi précisé le pouvoir d'adaptation rapide qui est, somme toute, limité, j'ai examiné le même problème en faisant varier **lentement** la composition du milieu extérieur.

1° Méthodes

J'utilisais une cuve en verre de 40 litres dans laquelle je mettais huit Moules ; cette cuve était aérée par un diffuseur branché sur l'air sous pression du laboratoire. Une pompe électrique était prête à fonctionner au cas où le compresseur serait tombé en panne. La température était soigneusement mesurée tous les jours grâce à un thermomètre constamment immergé dans l'eau de la cuve. Au début de l'expérience, les Moules préparées par séjour préalable de cinq jours dans l'eau de mer et nettoyées se trouvaient donc dans leur milieu normal. La plupart de ces Mollusques étendaient leur pied, épanouissaient leurs branchies, se fixaient par leur byssus, bref, menaient dans mes cuves une vie apparemment normale. Il y a donc lieu de croire que les conditions de l'expérience étaient assez proches de la nature.

Les Mollusques étaient examinés régulièrement et l'expérience se poursuivait soit jusqu'à la mort des individus soit par arrêt volontaire. Dans un cas comme dans l'autre, l'eau de mer était peu à peu diluée suivant deux procédés que j'ai employés successivement et qui m'ont donné des résultats comparables dans les quatre séries suivantes.

Dans une première série d'expérience, la dilution graduelle était obtenue en prélevant chaque semaine quatre litres dans la cuve et en les remplaçant par quatre litres d'eau douce (du robinet) ; je brassais l'eau pendant quelques minutes de façon à être sûr d'homogénéiser le milieu à tous points de vue. Je surveillais la dilution croissante du milieu extérieur en prélevant régulièrement une petite quantité d'eau que je soumettais au comparateur Hellige ou bien aux mesures électriques depH , ou encore à une analyse chimique ; j'ai toujours obtenu sensiblement les mêmes résultats correspondant aux dilutions obtenues par le calcul. Du reste, ce qui importe le plus, dans ces expériences, ce n'est pas tant l'évaluation du pourcentage à quelques dixièmes ou centièmes de % près, mais une évaluation globale à quelques % car la dilution se modifie constamment et lentement. Je n'ai pas cherché tout au moins pour la résistance à une dilution croissante du milieu extérieur, autre chose qu'à noter une plus ou moins grande quantité de décès.

Comme dans mes expériences précédentes, j'ai usé à plusieurs reprises du procédé consistant à remettre les Moules dans l'eau de mer normale et à observer leurs réactions. Dans la majorité des cas et pourvu que la dilution n'ait pas été trop poussée, j'ai constaté que celles que je considérais comme en bon état l'étaient effectivement : elles se refermaient normalement, étendaient leur pied, certaines mêmes se fixaient par leur byssus. Mais avec une dilution assez forte, généralement au-dessous de 50 %, le comportement des Moules que je qualifierai d'« adaptées » est pour le moins étrange. Beaucoup d'entre elles paraissent « gênées » par ce milieu marin qui était le leur, elles réagissent faiblement et se ferment avec difficulté.

J'ai toujours eu l'impression que ces Moules, qui avaient mis plusieurs semaines pour s'acclimater au milieu extérieur dessalé, accusaient défavorablement un retour dans l'eau de mer. Je me suis demandé si le fait de les replacer brutalement dans l'eau de mer ne représentait pour elles un traitement beaucoup trop sévère. Aussi ai-je prévu d'autres séries d'expériences consistant à remettre progressivement les Mules acclimatées en contact avec l'eau de mer, et pour cela j'ai agencé une cuve de même capacité (40 litres) où je faisais arriver goutte à goutte de l'eau de mer ; dans d'autres circonstances, j'ai procédé à une resalure de ma cuve en prélevant quatre litres d'eau que je remplaçais par une quantité équivalente d'eau de mer. C'était en somme un retour au stade primitif effectué avec la même progressivité que l'expérience initiale. J'ai toujours constaté que les Moules se comportaient fort bien et paraissaient se réacclimater à une salure croissante du milieu extérieur. On peut supposer que les Moules ne possèdent pas de ressources suffisantes pour passer indifféremment d'un milieu salé dans un milieu dilué si ce passage est trop rapide, mais qu'à la condition de procéder avec lenteur, on arrive à les faire vivre dans de l'eau très différente de leur élément naturel. Leur possibilité d'adaptation semble donc assez grande pourvu qu'on laisse le temps aux mécanismes compensateurs de se mettre en action.

Dans une deuxième série d'expériences la dilution graduelle était obtenue en prélevant chaque semaine deux litres dans la cuve et en les remplaçant par deux litres d'eau douce (du robinet) ; je brassais l'eau pendant quelques minutes de façon à être sûr d'homogénéiser le milieu à tous points de vue. Comme précédemment, le pH était surveillé et les vérifications de l'état des Mollusques faites suivant les normes édictées ci-dessus.

Dans une troisième série d'expériences je faisais couler goutte à goutte, à une cadence étudiée, de l'eau douce provenant d'un récipient en verre muni d'un robinet dans ma cuve contenant de l'eau de mer. La quantité d'eau contenue dans la cuve ne variait guère car la présence d'un trop-plein permettait d'évacuer, également goutte à goutte une certaine quantité du mélange graduel : eau de mer + eau douce. Etant donné qu'il se faisait uniquement un apport d'eau douce, la dilution du milieu extérieur augmentait graduellement. Je surveillais cette dilution par des prélèvements et me contentais de réapprovisionner périodiquement en eau douce le réservoir situé au-dessus de la cuve à expériences. Ce procédé m'a donné entière satisfaction et dans

sa simplicité me paraît encore plus proche des conditions réalisées dans la nature.

Dans une quatrième série, enfin, je procédais comme ci-dessus mais à cadence plus forte ce qui me conduisait à 5,5 % au bout de quinze semaines, donc à une dilution plus forte et plus rapidement atteinte.

2° Résultats

Voici ce qui ressort des quatre séries examinées successivement.

Tableau 23 I. — Addition massive d'eau douce (par 4 litres)

Dilution (%)	S E M A I N E S																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
90																				
81																				
72,9	...	6																		
65,61	...	...	4																	
59,04	...	...	...	10																
53,13	...	...	...	...	8															
47,81	...	...	...	...	...	6														
41,02	...	...	...	...	...	...	2													
36,91	...	...	...	...	...	...	...	2												
33,21	...	...	...	...	...	...	...	...	0											
29,88	...	...	...	...	...	...	...	...	...	4										
26,90	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	0									
24,21	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	4								
21,78	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	4							
19,60	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	2						
17,64	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	2					
15,87	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	0				
14,28	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	0			
12,85	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	6		
11,56	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	0	
10,40	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	4
9,36	à la 21ème semaine arrêt de l'expérience.																			

Observations : Les chiffres dans les colonnes ci-dessus correspondent aux décès au bout des temps indiqués.

Dans la figure 32 qui accompagne le tableau 23 :

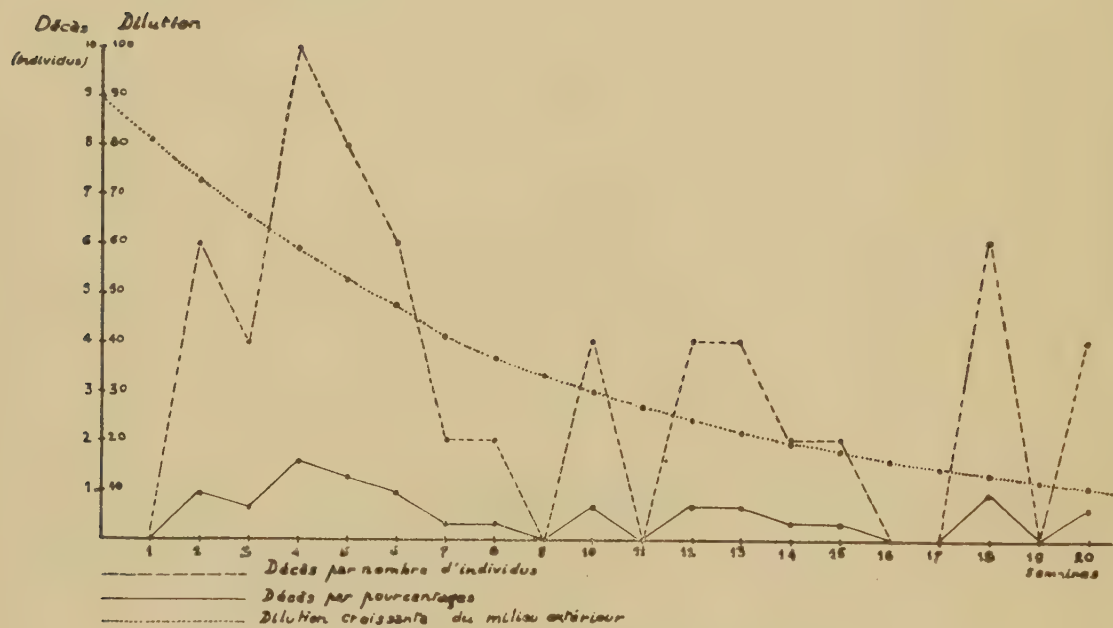
1° les survies s'expriment en **semaines** et non en jours.

2° les dilutions atteintes sont à comparer à celles réalisées dans l'adaptation rapide ; par exemple pour 72,9 % qui est la dilution atteinte au bout de deux semaines, il y a 6 décès sur 64 Moules examinées au total, donc mortalité de 9,3 % ; si l'on passe à 65,61 % (3 semaines) la mortalité est de 4, c'est à dire 6,2 % ; puis à 59,04 % (4 semaines) nouvelle mortalité de 10, c'est à dire 15,6 %.

Donc la dilution dépassée en 4 semaines est 60 %, et la mortalité totale est : $15,6 + 6,2 + 9,3 = 31,1$ %. Il y a encore 68,9 % des Moules bien vivantes, donc plus des 2/3.

Comparons à ce qui se passe dans le cas de l'adaptation rapide : pour 60 % il a un minimum de décès égal à 2 jours, un maximum égal à 8 jours (moyenne 5 jours) ; 67,4 % seulement dépassent 2 jours, 18,6 % seulement dépassent 3 jours. En somme plus des deux tiers des Moules vivent plus de 2 jours dans ce cas alors que dans l'adaptation lente elles vivent plus de 28 jours. Le coefficient de survie est ici de 14.

3° Signalons une première crise de mortalité de la 2^{me} à la 6^{me} semaine, puis de la 12^{me} à la 13^{me} semaine une deuxième crise. Au cours de la 1^{ère} crise 53 % des Moules sont mortes, au cours de la deuxième crise, 12,5 % seulement.

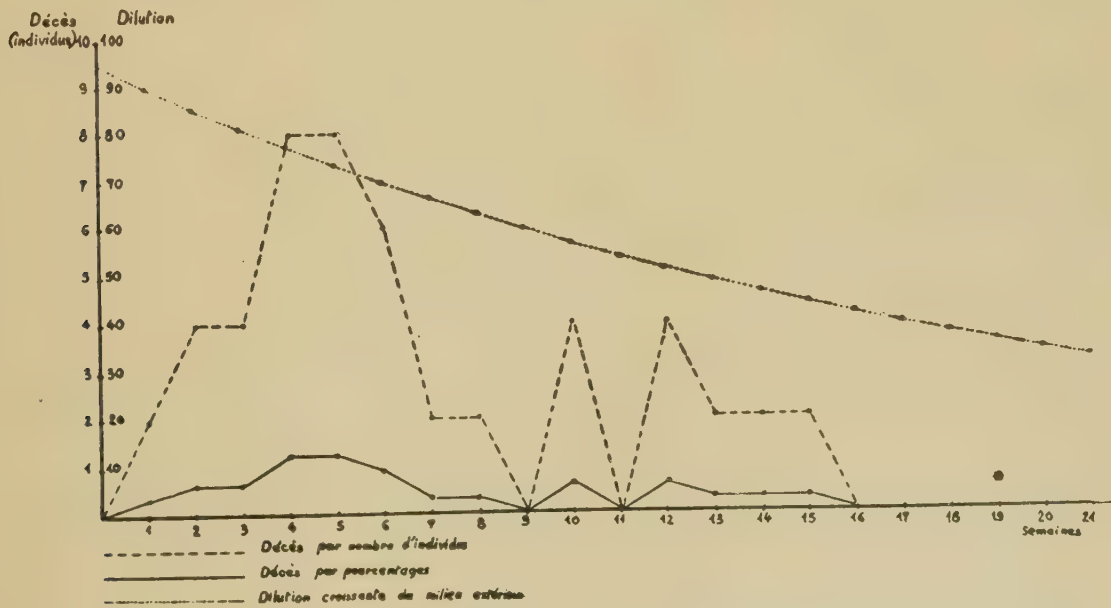


Addition massive d'eau douce (par 4 litres) 1

Fig. 32

Tableau 24 II. — Addition massive d'eau douce (2 litres)

Dilution (%)	S E M A I N E S																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
95																					
90,25	2																				
85,73		4																			
81,44			4																		
77,36				8																	
73,49					8																
69,81						6															
66,31							2														
62,99								2													
59,84									0												
56,79										4											
53,95											0										
51,25												4									
48,68													2								
46,24														2							
43,92															2						
41,72																2					
39,62																	0				
37,64																		0			
35,75																			0		
33,96																				0	
32,26																					0



Addition massive d'eau douce (par 2 litres). II

Fig. 33,

Pour la figure 33 (accompagnant le tableau 24) :

1° Les survies s'expriment en **semaines** et non en jours.

2° Les mêmes observations que pour l'addition massive de quatre litres d'eau douce sont valables ici, du reste les graphiques ont une allure très voisine.

L'expérience ayant été poursuivie après la 16^{me} semaine sans observer de mortalité et ce jusqu'à la 23^{me} semaine on peut remarquer que le graphique n'accuse pas en (*) (Fig. 33) la dent observée dans le premier cas. Cela est certainement dû au fait que l'addition massive étant plus discrète, les Moules tolèrent beaucoup mieux ce traitement. D'ailleurs la mortalité ne dépasse jamais 12,5 % (elle dépasse 15 % dans la première série) et les survies dépassent 20 % (21,8) dans ce cas tandis que dans le cas précédent elles n'excèdent guère 15 % (15,6).

3° Enfin, les crises existent encore mais moins accentuées, la première offre 40,5 % de mortalité (entre la deuxième et la sixième semaines) et la deuxième 9.3 % seulement (entre la douzième et la treizième semaines).

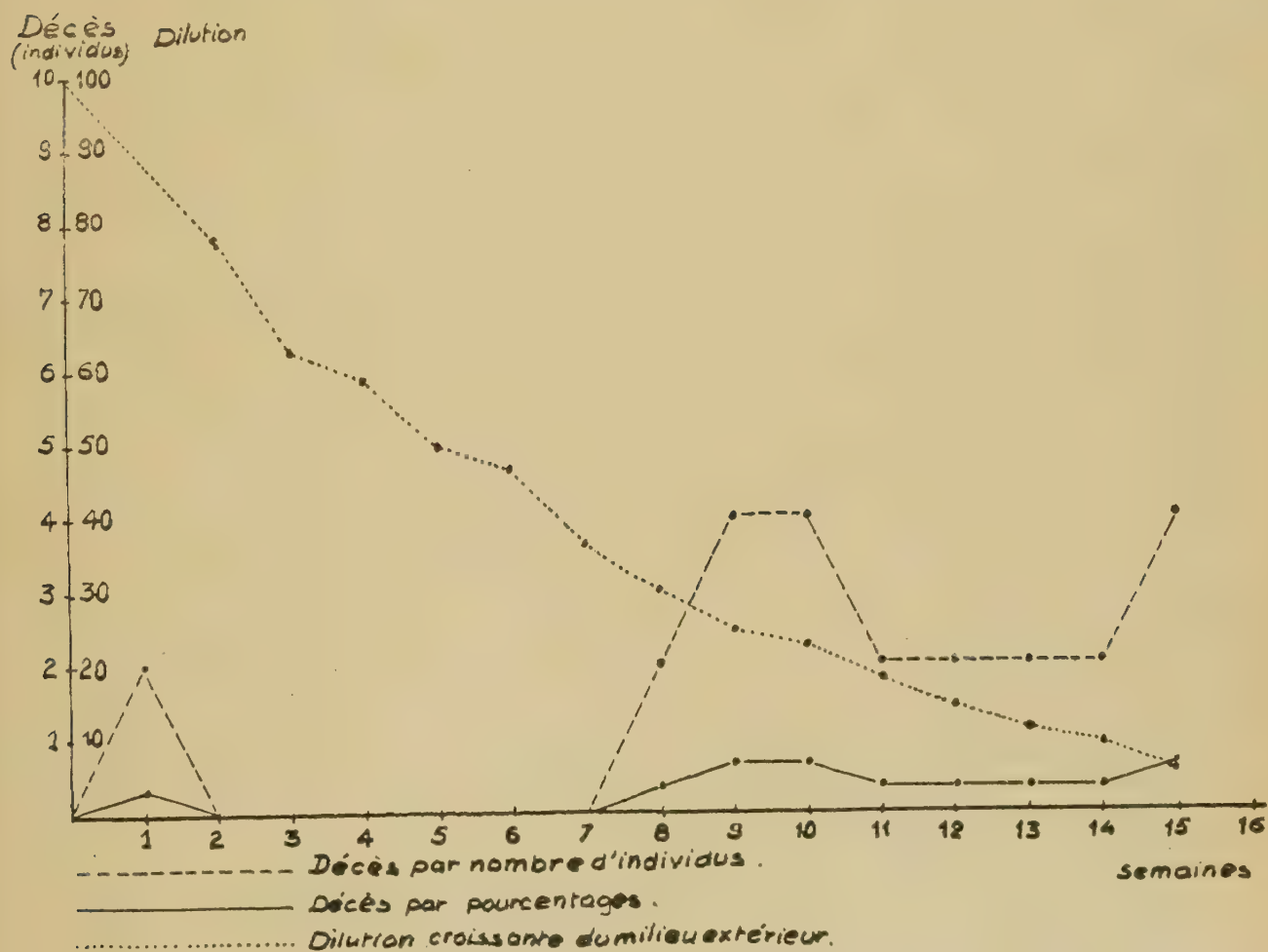
**Tableau 25 III. — Addition d'eau douce goutte à goutte
jusqu'à la dilution 15,5 % obtenue au bout de 15 semaines**

(%) Dilution	S E M A I N E S																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
100 %	2																	
78		0																
63			0															
59				0														
50					0													
46,5						0												
36,3							0											
30								2										
24,5									4									
22,8										4								
18											2							
14												2						
11													2					
9														2				
5,5															2			
																+		
NB : Au delà de la 15ème semaine : 62,4 % de survies.																		

En ce qui concerne la figure 34 (qui se rapporte au tableau 25) :

1° La mortalité est plus faible que dans les cas précédents.

2° La mortalité au départ (première semaine) me paraît un accident, d'autant plus que les semaines qui suivent n'apportent aucun décès. D'autre part la mortalité se déplace dans le temps et n'accuse une crise vraiment nette qu'entre les 9^{me} et 10^{me} semaines, c'est-à-dire plus tard que dans les deux premières séries. Comme on observe ensuite une recrudescence de la mortalité vers la 15^{me} semaine, il me paraît assez clair de voir dans ces faits un décalage de ces deux crises dans le temps.

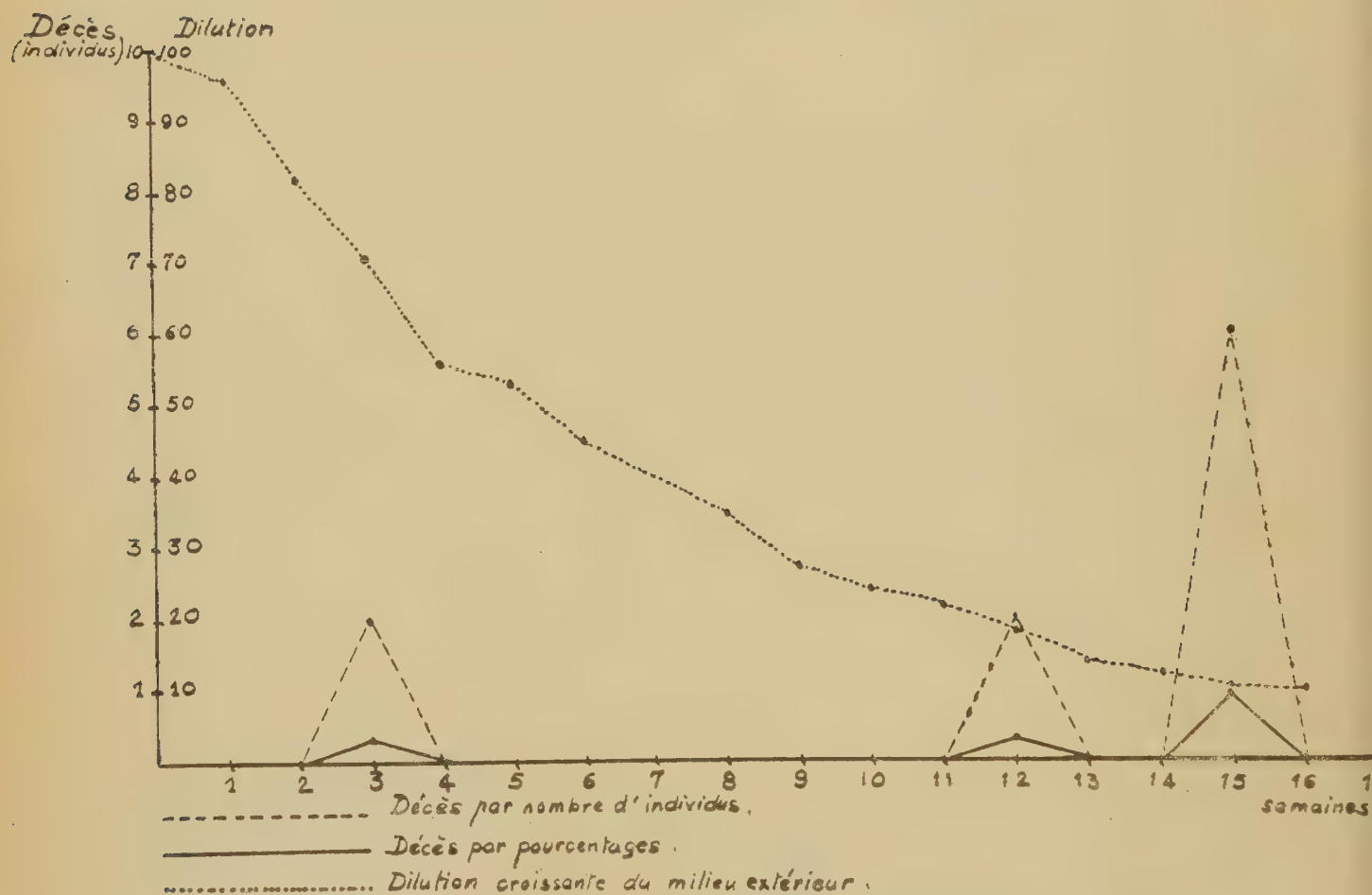


Addition d'eau douce, goutte à goutte. III

Fig. 34.

La première représente 12,5 % de mortalité, la 2^{me} 6,2 %. Si la 2^{me} est à peine inférieure à celles, parallèles, relevées dans les deux premières séries, la première par contre est nettement moins forte (12,5 % contre 40,5 et 53).

Donc recul de la mortalité de plus de quatre semaines et abaissement du taux de mortalité des deux crises.



Addition d'eau douce, goutte à goutte. IV

Fig. 35.

**Tableau 26 IV. — Addition d'eau douce goutte à goutte
jusqu'à la dilution 10,2 %**

Dilution (%)	S E M A I N E S																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
100 %	0																
96		0															
82																	
71			2														
56				0													
53,1					0												
45						0											
1							0										
34,8								0									
27,5									0								
24										0							
22											0						
18,5												2					
14													0				
12,5														0			
10,2															6		
10,2																0	

La figure 35, précédant le tableau 26, permet les remarques suivantes :

1° Maintenant comme précédemment, il y a déplacement des crises.

2° La mortalité à la 3^{me} semaine paraît être accidentelle car il y a un ensemble remarquablement homogène du début de l'expérience à la 12^{me} semaine où se produit un accident similaire. Puis c'est une crise de mortalité plus nette entre les 14^{me} et 16^{me} semaines.

3° Les survies sont très nombreuses : 84,4 %, l'expérience étant arrêtée à la 15^{me} semaine.

La figure 36 permet de comparer les résultats obtenus dans l'adaptation lente : On voit que les méthodes par addition **massive** d'eau douce (par 4 ou 2 litres) marquent un léger progrès l'une par rapport à l'autre ; par contre celles par addition **goutte à goutte** se traduisent par une baisse très nette de la mortalité, cette baisse est d'autant plus nette que la dilution est plus lentement réalisée (différence entre III et IV).

Par ailleurs le graphique IV accuse une sorte de palier assez caractérisé correspondant certainement à ce que entre la 1^{re} et la 6^{me} semaine, la dilution ne s'était modifiée que fort peu.

Ce graphique, en condensant les résultats ci-dessus relatés, exprime de façon saisissante le rôle décisif joué, dans l'adaptation lente, par un facteur se manifestant graduellement. Des paliers permettraient, dans des expériences ultérieures, de laisser aux Moules les possibilités de réaliser plus amplement leur adaptation à des milieux dilués, voire même à l'eau douce.

La considération d'ensemble des quatre séries d'expériences amène aux constatations suivantes :

1° Lorsque la dilution est réalisée par addition **massive** d'eau douce (4 litres ou 2 litres chaque semaine) la mortalité est plus grande que lorsque cette dilution est réalisée goutte à goutte. Cela ne doit pas surprendre car il y a en quelque sorte plus normalement dans la nature une baisse de la teneur en sels se faisant de façon graduelle d'une chute brusque, du **type de celle** que pourrait déclencher une crue au voisinage de l'embouchure d'un fleuve. Pour comprendre ces différences assez nettes il suffit de se reporter aux graphiques ci-dessus mentionnant les chiffres comparés des survies. Lorsqu'on procède par addition massive (4 litres ou 2 litres) d'eau douce, on constate que la mortalité maxima entre 3 et 6 semaines de séjour (53 % et 40,5 %) puis on trouve un nouveau **maximum vers** les 13^{me} et 14^{me} semaines (12,5 et 9,3 %). Tout se passe comme si les individus les moins résistants étaient éliminés au cours du 2^{me} mois, tandis que les autres subsistaient, malgré la baisse de la teneur extérieure en sels, jusqu'au début du quatrième mois au cours duquel se réalise une 2^{me} élimination à la suite de laquelle ne persistent que des Moules acclimatées à une teneur en sels égale à peu près au tiers de la normale.

2° Par ailleurs, dans la dilution obtenue **goutte à goutte**, les durées de survie sont plus fortes quand on arrive à 10 % environ en 15 semaines que lorsqu'on arrive à 5,5 % dans le même temps.

Ce fait est très significatif, comme celui qui ressort des expériences par addition massive d'eau douce : les Moules peuvent s'acclimater à une dilution très poussée du milieu extérieur, à condition que cette dilution soit progressivement réalisée et qu'elle ne soit pas poussée au-delà d'une certaine limite. Ce n'est pas qu'il soit impossible de faire vivre des Moules dans l'eau douce, mais il est certain que plus le milieu extérieur est dilué plus l'acclimatation est délicate et aussi plus les survies sont incertaines.

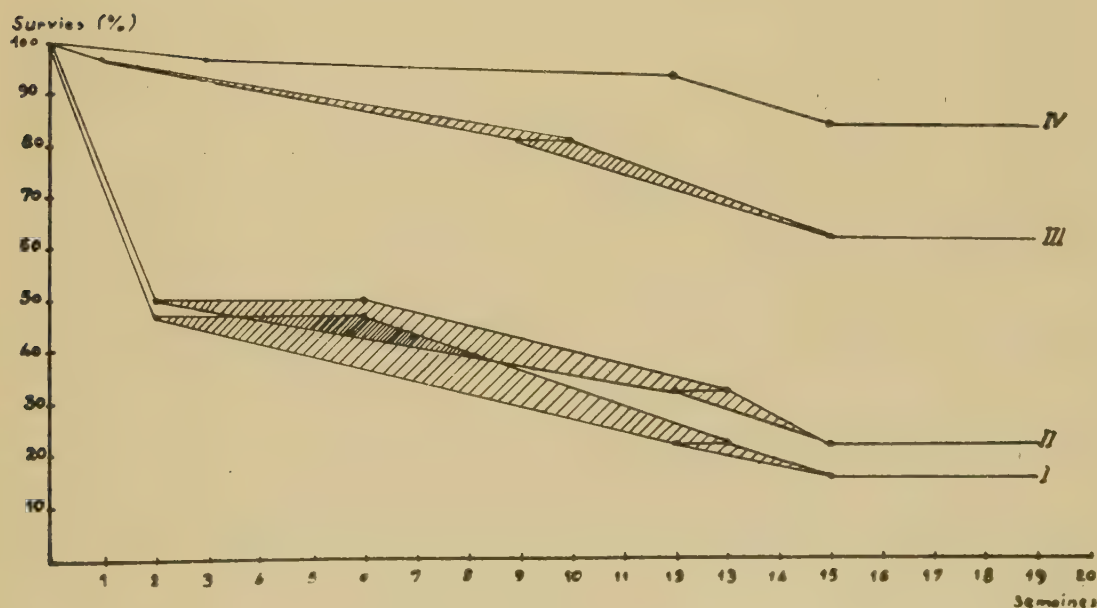
Notons aussi que, à part une très faible mortalité dans les trois premières semaines, les Moules subsistent fort bien jusqu'au début du 3^{me} mois si la cadence est accélérée (un tiers des sels conservés en ce laps de temps) et mieux encore si la cadence est plus réduite ; dans ce dernier cas il n'y a qu'une assez faible mortalité dans le courant du 4^{me} mois et les survies au-delà de cette période sont nettement plus fortes car les Moules se sont adaptées très progressivement à un milieu qui ne contient plus, au début du cinquième mois, que le dixième des sels de l'eau de mer normale.

3° Il semble aussi que, dans cette adaptation progressive par arrivée goutte à goutte d'eau douce, les Moules se trouvent fort bien d'un « palier » qui leur permet

d'assimiler en quelque sorte leur adaptation et de franchir plus aisément une nouvelle étape.

J'ai pu le constater notamment lors d'un arrêt accidentel de l'eau douce (goutte à goutte) et que j'avais volontairement poursuivi afin de profiter de l'occasion qui m'était ainsi offerte.

Remarquons que toutes ces expériences sont étalées sur seize semaines au minimum, dix-neuf semaines au maximum. En se basant sur ces expériences et sur celles concernant l'adaptation rapide, il est possible d'extrapoler en considérant que les mécanismes permettant aux Moules de subsister en milieu dilué se mettent en action plus facilement encore. Le type d'expérience à organiser consisterait à reprendre les précédentes en les étalant plus longuement encore dans le temps et en laissant des paliers de-ci de-là par exemple vers 70 %, vers 50 %, etc.



Survies lors de l'adaptation lente

Fig 36

V — VARIATIONS DE POIDS

1° Généralités.

Les animaux aquatiques vivant dans un milieu dont la concentration saline est constante sont le siège d'échanges avec ce milieu ; si ces animaux ont atteint une taille « adulte », leur poids ne varie guère, tout au moins pendant un temps assez court. Cependant si l'on met ces animaux en contact avec un milieu différent de celui auquel ils sont habitués, les échanges subissent des modifications telles que leur poids peut augmenter ou diminuer. En effet, la pression osmotique se modifie, la perméabilité sélective des membranes cellulaires subit des variations, et tout se passe comme si les animaux ainsi traités absorbaient ou rejetaient de l'eau et des sels. Bien entendu, on ne peut observer qu'une résultante qui a trait essentiellement au transport de l'eau d'un milieu dans un autre, car les échanges de sels sont beaucoup moins notables et en tout cas, plus difficilement perceptibles aux investigations habituelles.

2° Méthodes.

Dans les cas des Mollusques en général et de la Moule en particulier, il faut que l'animal puisse entrer réellement en contact avec le milieu extérieur, aussi rapidement et aussi complètement que possible sans pour cela provoquer de lésions opératoires. En effet, la Moule mise sans ménagement dans un milieu différent de la normale se clot dans sa coquille qui est hermétique et n'entr'ouvre ses valves que pour reconnaître le milieu anormal qui lui est échu. Parfois même, elle reste close pendant des jours entiers et lorsque l'on voit la coquille entre-bâillée d'abord de quelques millimètres, puis d'un centimètre ou plus, c'est que l'animal souffre ou même est près de mourir. Ce résultat est atteint en quelques jours plus ou moins rapidement suivant l'état des Mollusques, la modification extérieure que l'on a apportée, etc.

J'ai utilisé plusieurs procédés pour obliger les Moules à entrer en contact avec le milieu extérieur, dont ceux décrits par MARCHAND (1918) dans ses recherches : découpage de deux demi-ellipses dans les valves, du côté ventral, ou bien injection de l'eau extérieure dans la coquille avec une seringue de Pravaz. Mais je me suis arrêté finalement à un procédé que j'avais déjà mis au point dans des recherches antérieures et qui, dans sa simplicité, permet d'examiner un assez grand nombre de Moules en série et de réduire au minimum les manipulations. Il consiste à introduire obliquement entre les valves écartées à l'ongle ou au scalpel un fragment d'agitateur en verre de 4 à 5 cm de long sur 3 ou 4 mm de diamètre suivant la dimension de la Moule étudiée, de façon que cet agitateur disposé à peu près parallèlement à la charnière de la coquille sorte du côté du pied et de manière à ne léser aucune portion du manteau (figure 38). L'eau pénètre donc sans effort à

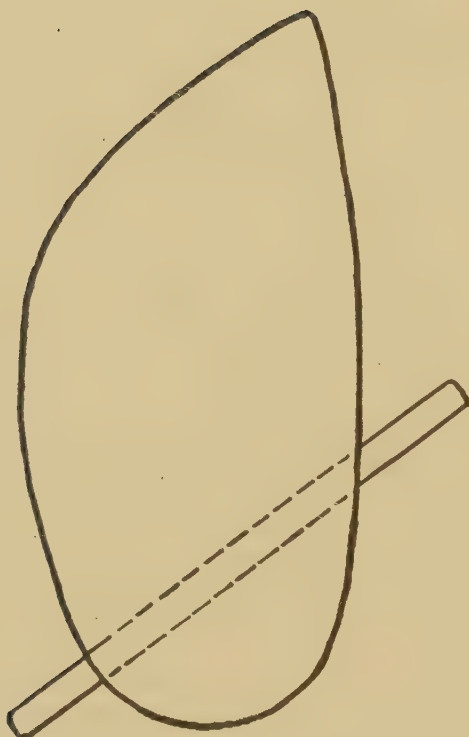


Fig. 37.

condition que l'on introduise la Moule la charnière en bas, et elle baigne tous les tissus sans que l'animal paraisse souffrir du moment que les valves ont un écartement normal. Il importe en effet, de ne pas forcer l'ouverture de la coquille qui conduirait à une distension des muscles, et les nombreuses tentatives que j'ai faites m'ont prouvé que la Moule n'est pas gênée par ce morceau de verre car elle étend son pied, épanouit ses branchies comme si elle se trouvait dans son élément naturel et si elle entr'ouvrait normalement sa coquille. Le seul inconvénient de ce procédé est le rejet occasionnel du morceau de verre par la Moule ; si l'agitateur n'est pas coincé, sans exagération toutefois, il ouvre un peu plus ses valves et l'agitateur peut tomber par simple gravité selon la position de l'animal. Cet incident n'a d'importance réelle que si le milieu est très différent du milieu normal ou si la Moule, après s'être débarrassée de son morceau de verre, se referme énergiquement. Toutes les fois que cela m'est arrivé, j'ai replacé l'agitateur immédiatement et je me suis assuré qu'il resterait à l'endroit voulu le plus souvent en orientant la Moule la charnière vers le bas. Et si l'un des Mollusques se montrait particulièrement récalcitrant, je bloquais le morceau de verre avec un fil passé d'un bout à l'autre et entourant la coquille (fig. 38).

Chaque agitateur était soigneusement taré et les pesées se faisaient toujours de la façon suivante : la Moule était sortie rapidement de l'eau, le liquide intervalvaire s'écoulait et lorsqu'il n'en restait plus (quelques secondes suffisent pour obtenir le résultat cherché), la Moule était essuyée, mise dans une capsule tarée puis dans l'un des plateaux d'une balance de précision. Il importe d'opérer assez vite pour exclure tout début de dessiccation et arriver à effectuer des pesées aussi précises que possible. Le rôle de la capsule est de recueillir l'eau qui pourrait encore couler de la Moule ; elle doit être essuyée elle aussi avant toute nouvelle pesée.

J'ai également pesé les Moules après les avoir secouées de la même façon chaque

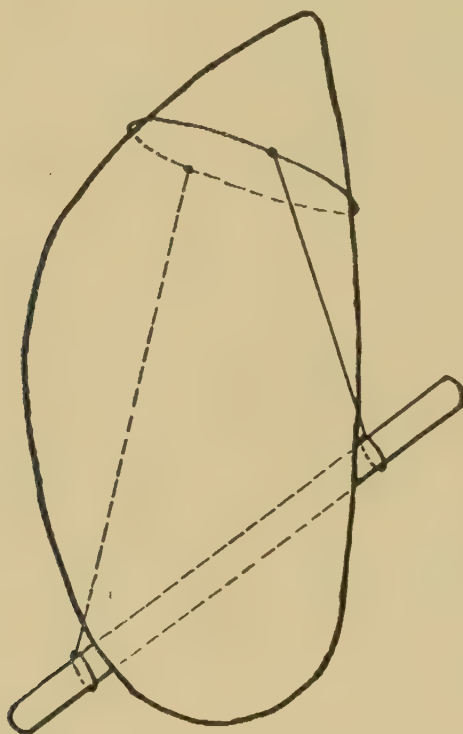


Fig. 38.

fois que je les sortais de l'eau. Avec l'habitude, j'arrivais à réaliser automatiquement des conditions toujours semblables et les résultats m'ont prouvé que, si les chiffres différaient de quelques centigrammes ou décigrammes sur un total de plusieurs grammes ils n'avaient pratiquement aucune influence sur l'ensemble des pesées c'est-à-dire que du point de vue statistique, les variations enregistrées sont constamment parallèles.

En effet, on ne peut avoir la prétention de se baser uniquement sur quelques individus isolés et j'ai toujours eu le souci de grouper un grand nombre d'observations afin d'avoir la résultante ou la moyenne du lot considéré.

Ces procédés sont loin d'être parfaits ; cependant je considère que le plus important est de se rendre compte de ce que les variations ne sont pas dues à des gouttes d'eau restées en surplus dans la coquille, mais effectivement retenues par les tissus vivants de l'animal, ou bien à de l'eau libérée par ces mêmes tissus. Pour cela, il y a des arguments favorables ; l'un d'eux concerne le procédé lui-même : écoulement ou secouage uniformes, l'autre a trait aux expériences réalisées avec des Moules vivant dans l'eau de mer et pesées avec le même procédé et la même régularité (agitateur, capsule, etc.) que précédemment.. Dans ces expériences-témoins j'ai constaté que les Moules n'accusent pas un poids rigoureusement constant, ni un poids variable autour du poids initial (Epinoches, Goujons, Cyprins, Perches, Gardons, Anguilles, Cottus), au contraire, elles sont dès les premiers instants au-dessous du poids initial ; je m'en étais déjà rendu compte auparavant et je me suis borné à vérifier à nouveau le fait.

On a toutes raisons de croire que les traitements que l'on fait subir à la Moule : extraction de son milieu, pesée, remise dans l'eau, etc., se répercutent de telle façon sur l'animal que celui-ci expulse de l'eau même s'il est dans son élément naturel. Ce n'est certainement pas un fait isolé puisque, outre mes constatations réitérées, il a été mis en évidence chez les Murex notamment. La courbe représentant les modifications du poids en fonction du temps, au lieu d'osciller autour de l'axe des abscisses, se situe à peu près entièrement au-dessous de lui mais à faible distance, alors que celles représentant le cas des Moules plongées dans des eaux de mer diversement diluées ou modifiées sont toujours au-dessus de l'axe des abscisses ; donc l'augmentation régulière de poids de nos Mollusques pendant les premières minutes de leur séjour dans une eau de mer diluée correspond bien à un phénomène différent de celui observé lors du séjour en milieu normal.

3° Résultats.

Il faut considérer séparément les variations **brusques** de la salinité extérieure et les variations **lentes**.

A - Dans le premier groupe de résultats, les chiffres que je donne correspondent à plusieurs centaines de Moules examinées et représentant les poids de matière vivante (Moule débarrassée de sa coquille) et leurs variations exprimées en % du poids initial ; toutes les fois que, pour des raisons indépendantes de ma volonté, une Moule n'était pas pesée avec le lot dont elle faisait partie, le résultat global tenait compte de cette omission momentanée. Mes expériences ont été échelonnées depuis un milieu contenant 90 % d'eau de mer à l'eau douce.

Quand on compare les chiffres ainsi obtenus, on constate que le poids des Moules, à peu près constant ou légèrement inférieur au poids initial dans le cas du séjour dans l'eau de mer, est variable dans le cas où les Mollusques séjournant dans des milieux des milieux dilués et toujours de même sens. En effet, le poids augmente dans les dix

premières minutes ou dans le premier quart d'heure, puis diminue plus ou moins vite et arrive, à la phase de stabilisation de ces phénomènes, à une valeur nettement inférieure au poids initial ou très légèrement supérieure à ce poids. Il n'y a d'exception que pour le cas des Moules plongées dans l'eau douce et dans des eaux diversement diluées mais proches de l'eau douce (10, 20, 30 % notamment, ou bout d'une heure) et dans l'eau à 50 %. Le poids est alors, en fin d'expérience, supérieur au poids initial. On ne peut que constater l'existence de ces exceptions sans pouvoir donner, pour le moment sans doute, d'explication entièrement satisfaisante. Cependant il semble que lorsque la dilution du milieu extérieur augmente, de l'eau pénètre dans les tissus de la Moule en grande partie par endosmose, ensuite le Molusque réagit pour éliminer cette eau et c'est alors que le poids repasse par sa valeur initiale, puis descend au-dessous de cette valeur. Il y a certainement en même temps départ de sels sans que la Moule cesse de garder son hypertonicité par rapport au milieu ambiant, ainsi que nous le retrouvons dans le prochain chapitre. Ceci confirme des recherches antérieures sur ces questions, notamment celles de DUVAL (1925) sur divers Invertébrés qui, à partir d'une certaine dilution, montrent une légère hypertonicité de leur sang, et permet de considérer la Moule comme appartenant à cette catégorie d'Invertébrés.

Les constatations énumérées ci-dessus se ramènent à une **augmentation** du poids de la Moule dans les premières minutes de son séjour dans un lieu dilué ; à cette augmentation fait suite une **diminution** du poids dont la valeur passe peu à peu au-dessous du poids initial.

Voici à titre d'exemple, le détail d'une expérience : Quatre Moules provenant d'un lot ramassé par le gardien de l'aquarium, sont restées dix jours dans l'eau de mer renouvelée.

Facteur étudié : 10 % d'eau de mer pour 90 % d'eau douce.

Etat au départ : excellent.

Température de l'eau : + 15°5.

Date : 15 Novembre 1940.

Détail des pesées (voir tableau 27 ci-après) : matière vivante, exprimée en grammes ; poids obtenus avec la balance de précision du laboratoire. Toutes tares (coquille, capsule, agitateur) étant déduites.

Tableau 27

Temps	Début 0	5 min.	10	15	30	45	1 h.	1 h. 30	2 h.	Observations
N° 1 Mâle	11,8733	12,5831	12,9611	12,9611	—	12,5871	12,5571	—	12,0611	à 45 min. : mauvais état, valves entrebâillées, faibles réactions. à 2 h. : mise dans eau de mer, après 24 h. de séjour : morte.
N° 2 Fem.	12,6022	13,8992	15,1792	15,6952	16,0882	14,2572	13,9172	—	13,4192	— id. —
N° 3 Mâle	12, 643	13, 777	14, 485	14, 719	14, 895	15, 215	15, 076	—	14, 843	— id. — ...après 24 h. encore faibles réactions, mauvais état, mais vivante.
N° 4 Mâle	16,9238	18,4568	19,0338	19,6288	20,1768	19,2678	19,4408	—	18,9168	— id. —

On remarque que les deux premières ont beaucoup souffert de leurs deux heures dans l'eau à 10 % et sont mortes, c'est-à-dire qu'elles ont vécu au-delà de deux heures, mais elles n'ont pu surmonter les désordres causés dans leur organisme par cette variation brutale du milieu ambiant.

Les deux dernières ont souffert aussi mais ont surmonté cette épreuve bien qu'arrivant à un état assez mauvais. Donc la résistance à un milieu aussi dilué est variable.

Tous les résultats sont condensés dans le tableau 28 ci-après et représentés graphiquement comme le montrent les tracés de la figure 39 qui suivent.

Tableau 28 Variations de poids des Moules

	Début 0	5 min.	10	15	30	45	1 h.	1 h. 30	2 h.	1 j.	2 j.	3 j.
EM		— 0,65	— 0,69	— 1,80	— 2,77	— 3,19	— 4,28*	— 3,25	—	—	—	+ 0,71
90		— 1,39	—	— 2,70	— 3,29	—	— 3,33	— 3,83*	—	—	—	—
80		—	—	+ 1,38	+ 1,68	+ 3,48*	+ 0,37	— 0,51	— 0,71	—	—	—
70		—	—	+ 4,09	+ 4,25*	+ 2,45	+ 0,56	— 6,59	— 1,74	—	—	—
60		—	—	+ 4,59*	+ 3,39	+ 3,80	— 4,13	—	— 7,4	—	—	—
50		—	—	+ 4,89	+ 7,69	+ 8,63*	+ 2,94	+ 1,20	—	—	—	—
40		—	—	—	+ 3,57	+ 1,80	— 0,08	— 1,04	— 2,78	—	—	—
30		+ 4,78	+ 6,41	+ 6,09*	+ 6,83*	+ 6,52	+ 1,07	— 1,14	— 4,84	— 2,51	—	— 15,29
20		+ 9,79	+ 10,44	+ 13,21*	—	—	+ 7,63	—	+ 2,12	— 3,57	—	— 6,09
10		+ 5,89	+ 9,67	+ 10,45	+ 14,28*	+ 11,60	+ 10,58	—	—	—	—	—
ED		+ 6,74	+ 9,60*	+ 7,08	+ 7,46	+ 5,17	+ 4,31	—	+ 4,24	—	—	—

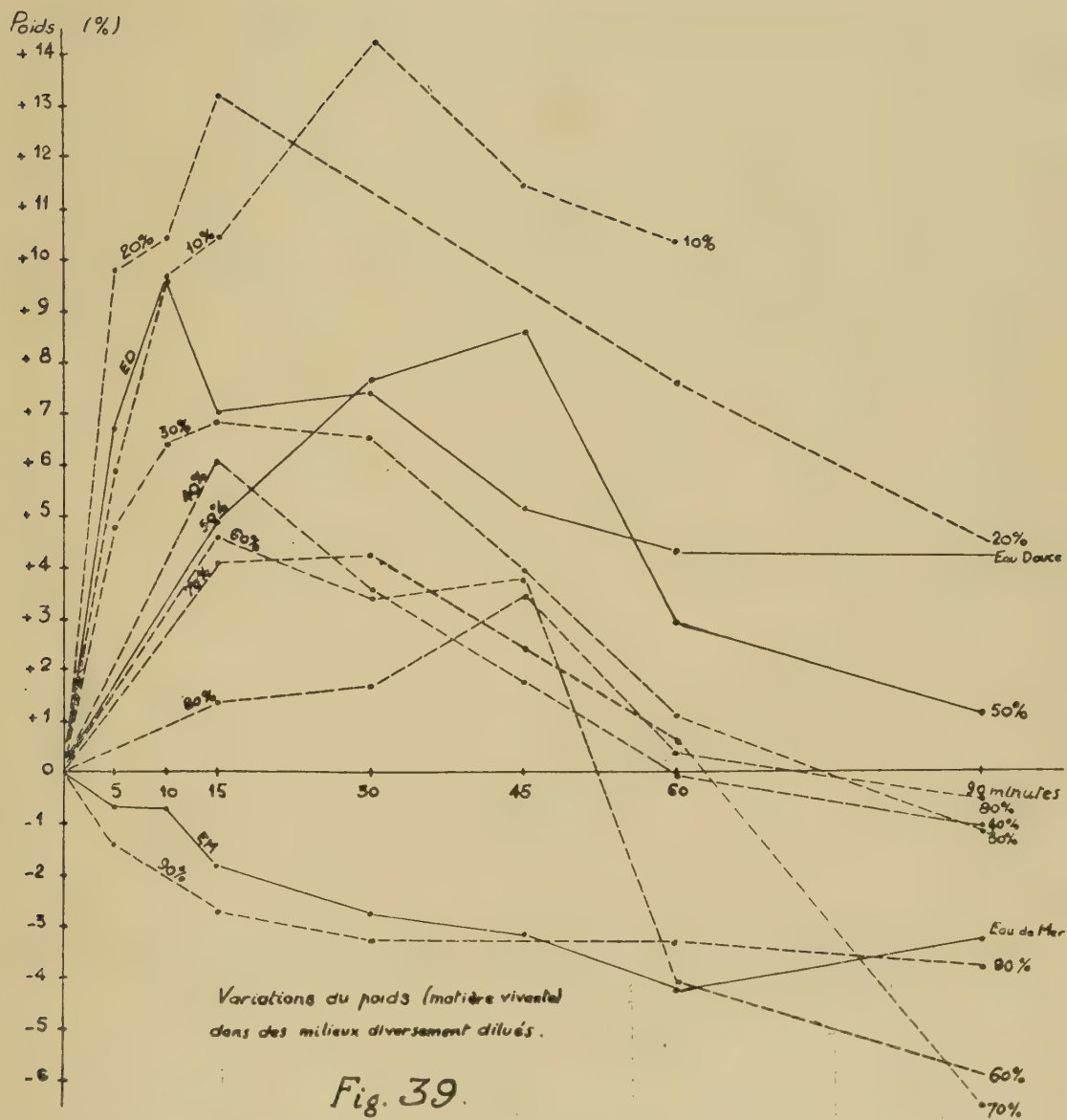
N.B. — Les résultats sont exprimés en % du poids vivant initial.

2° — Les chiffres extrêmes (maxima) ont été accompagnés d'un *.

3° — En négligeant les chiffres obtenus au-delà de 2 h. les extrêmes sont : + 14,28 et — 4,84.

4° — Dans l'eau de mer reprise du poids initial ou dépassement ; ailleurs les poids restent plus ou moins au-dessous du poids initial.

B - Dans le deuxième groupe de résultats les chiffres correspondent à l'adaptation par variations **lentes** du milieu extérieur allant depuis l'eau de mer normale jusqu'à une dilution minima à 5,5 % d'eau de mer. Certaines Moules ont été simplement pesées à intervalles réguliers (une fois par jour ou une fois par semaine), d'autres ont été pesées chaque semaine en transposant dans ce cas les procédés de pesée appliqués aux Moules plongées dans des milieux variant brusquement, c'est-à-dire que chaque semaine je m'astreignais à peser la série de Moules au bout de cinq minutes, puis 15, puis 30 et enfin 45 minutes ou une heure.

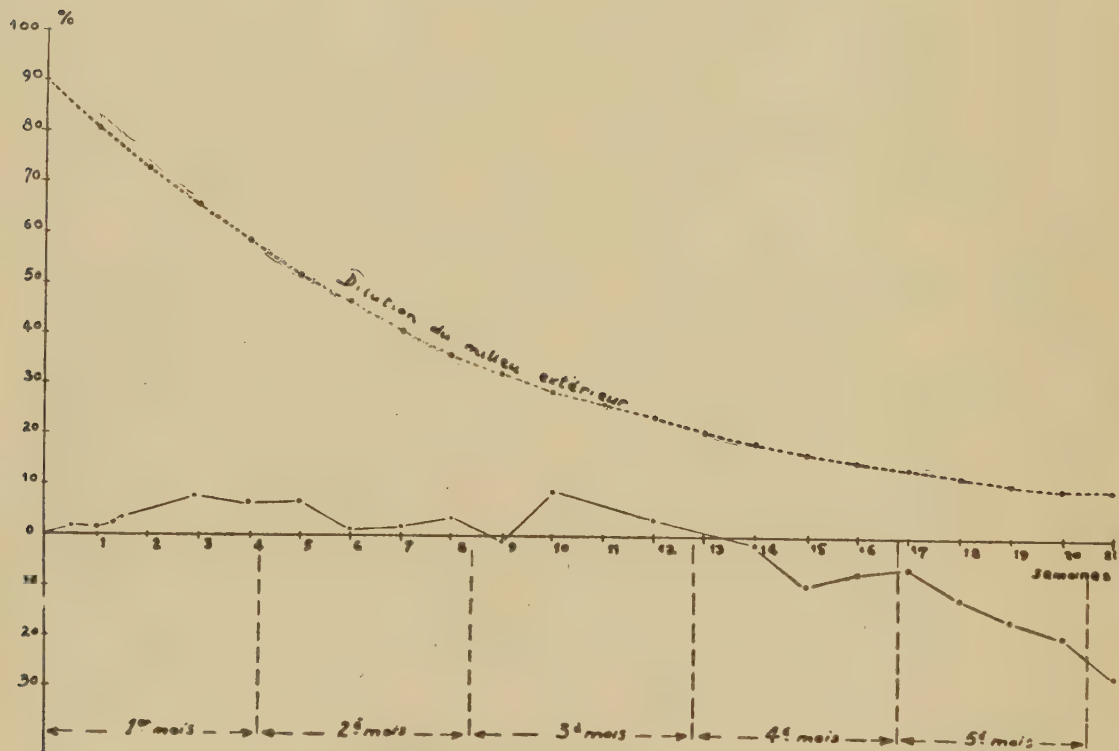


Voici ce que j'ai pu remarquer, exprimé comme précédemment par des tableaux et des graphiques basés sur les pourcentages.

1° — **Variations**, en % du poids initial, dans le cas du remplacement 4 l. par 4 l. de l'eau de mer initiale par de l'eau douce (27-1-1941) (17-6-1941).

Tableau 29—Variations de poids des Moules

27 janv.	1er fév.	3 fév.	7 fév.	8 fév.	15 fév.
Début de l'expé.	+ 1,62	+ 1,61	+ 2,18	+ 3,51	+ 7,56
21 fév.	28 fév.	7 mars	15 mars	22 mars	31 mars
+ 6,17	+ 6,51	+ 1,03	+ 1,92	+ 3,82	— 0,90
4 avril	19 avril	3 mai	9 mai	17 mai	23 mai
+ 7,83	+ 3,16	— 1,25	— 9,14	— 6,84	— 5,79
28 mai	5 juin	11 juin	17 juin	Arrêt de l'expérience	
— 11,04	— 15,40	— 18,56	— 26,48		



Variations de poids, en % du poids initial

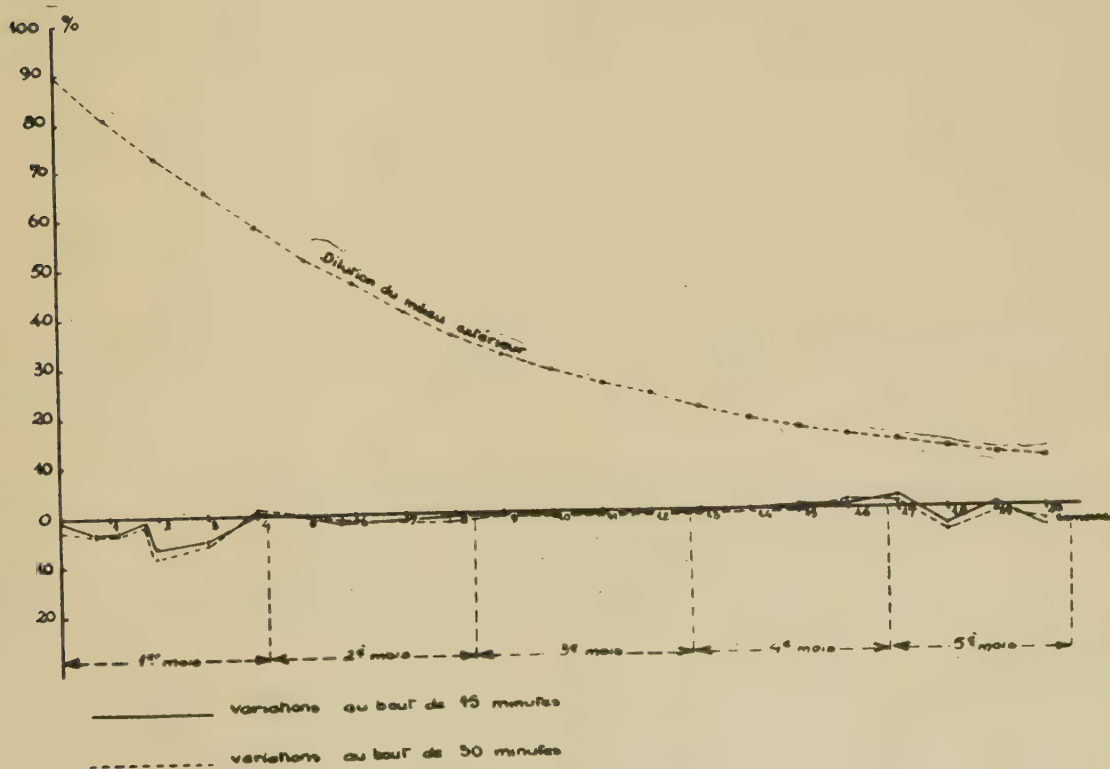
Fig. 40

On note dans le graphique (Fig. 40) accompagnant le tableau 29, une augmentation rapide de poids due en partie à l'asmosé et peut-être aussi à une certaine croissance tissulaire.

Celui-ci se situe presque constamment au-dessus du poids initial, puis vers la 12^{me} semaine, il commence à décroître assez régulièrement dans l'ensemble. Peut-être l'équilibre, non encore réalisé tant que la dilution continue à croître, est-il à un poids inférieur au poids initial, comme dans la plupart des expériences dites « d'adaptation rapide », du reste ?

Tableau 30 Variations de poids à chaque pesée hebdomadaire (% du poids initial)

	27 janvier	1er fév.	3 fév.	7 fév.	8 fév.
+ 15 min.	Début de — 0,567	— 3,021	— 3,011	— 1,185	— 6,753
+ 30 min.	l'expé. — 2,459	— 3,394	— 3,404	— 1,811	— 8,482
	15 février	21 fév.	28 fév.	3 mars	15 mars
	— 5,213	+ 0,339	— 0,091	— 1,982	— 0,985
	— 5,786	+ 0,458	— 0,046	— 1,867	— 1,710
	22 mars	31 mars	4 avril	19 avril	3 mai
	— 0,270	— 0,217	— 0,474	— 0,192	+ 0,477
	— 0,729	— 0,841	— 1,086	— 0,843	— 0,348
	9 mai	17 mai	23 mai	28 mai	5 juin
	+ 0,623	+ 2,150	— 3,760	+ 0,476	— 4,015
	+ 1,102	+ 1,027	— 4,641	— 1,130	— 2,878
					Arrêt de l'expé.



Variations de poids, en % du poids initial, à chaque série de pesées hebdomadaires.

Fig. 41.

Les variations sont presque toujours de même sens (diminution) et elles maintiennent le poids inférieur au poids initial (cf. Fig. 41). Il y a donc correspondance sensible avec les faits constatés dans le cas des Moules mises dans l'eau de mer ou dans des milieux faiblement dilués.

2° — **Variations**, en % du poids initial, dans le cas du remplacement 2 litres par 2 litres de l'eau de mer initiale par de l'eau douce (20-12-1943 à 24-4-1944) et variations de poids à chaque pesée hebdomadaire (tableaux 31 et 32, figures 42 et 43).

Tableau 31 Variations de poids des Moules

20 décem.	3 janv.	10 janv.	16 janv.	24 janv.
Début de l'expé.	+ 2,27	+ 3,10	+ 1,92	+ 6,34
1er fév.	7 fév.	14 fév.	18 fév.	25 fév.
+ 9,85	+ 12,07	+ 11,54	+ 12,33	+ 3,75
6 mars	13 mars	20 mars	27 mars	3 avril
+ 3,14	+ 0,57	— 0,87	— 3,27	— 0,65
8 avril	14 avril	18 avril	24 avril	
— 5,17	— 4,68	— 8,23	— 7,46 : Arrêt de l'expérience	

N.B. — 1 — Au bout de la 15ème semaine l'adilution atteint 43,92 % et au bout de la 18ème semaine elle a pour valeur 37,64 %.

2 — Il y a un accroissement des poids par rapport au poids initial, puis amorces de la décroissance vers le début du 3ème mois.

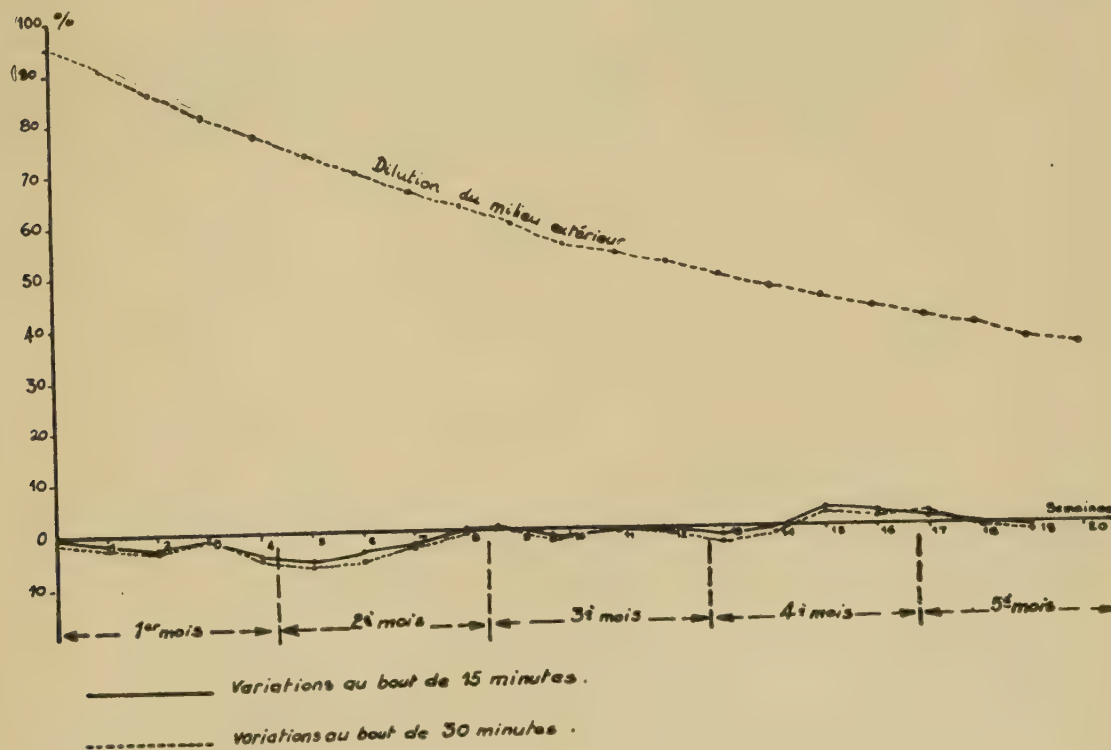


Variations de poids, en % du poids initial

Fig 42

Tableau 32 Variation de poids à chaque pesée hebdomadaire (% du poids initial)

	20 décembre	3 janv.	10 janv.	16 janv.	24 janv.
+ 15 min.	Début de — 0,483	— 2,851	— 1,573	— 4,517	— 5,381
+ 30 min.	l'expé. — 1,127	— 3,040	— 1,628	— 4,874	— 6,542
	1er février	7 fév.	14 fév.	18 fév.	25 fév.
	— 3,724	— 2,843	+ 0,128	+ 0,346	— 1,543
	— 5,618	— 2,956	— 0,429	+ 0,107	— 1,874
	6 mars	13 mars	20 mars	27 mars	3 avril
	— 0,463	— 0,718	— 1,467	— 0,691	+ 3,274
	— 0,256	— 0,944	— 2,828	— 1,103	+ 2,852
	8 avril	14 avril	18 avril	24 avril	Arrêt de l'expérience
	+ 2,370	+ 1,670	— 0,113	— 0,357	
	+ 2,018	+ 2,345	— 0,248	— 1,513	



Variations de poids, en % du poids initial, à chaque série de pesées hebdomadaires.

Fig. 43.

3° — **Variations**, en % du poids initial, dans le cas du remplacement goutte à goutte de l'eau de mer initiale par de l'eau douce jusqu'à la dilution de 5,5 % (obtenue

en 4 mois) ; tableau 33 et figure 44, (du 24 décembre 1942 au 7 avril 1943).

Tableau 33 Variation de poids des Moules

24 déc.	6 janv.	13 janv.	20 janv.	27 janv.
Début de l'expér.	+ 20,7	+ 19,6	+ 19,4	+ 25,9
3 févr.	10 févr.	18 févr.	24 févr.	3 mars
+ 26,9	+ 23,0	+ 26,1	+ 16,5	+ 5,4
13 mars	17 mars	24 mars	3 avril	7 avril
+ 1,6	+ 1,4	— 0,7	— 5,8	— 7,1 Arrêt de l'exp.

N.B. — 1° Comme dans les expériences déjà citées, le poids augmente d'abord puis a tendance à baisser.

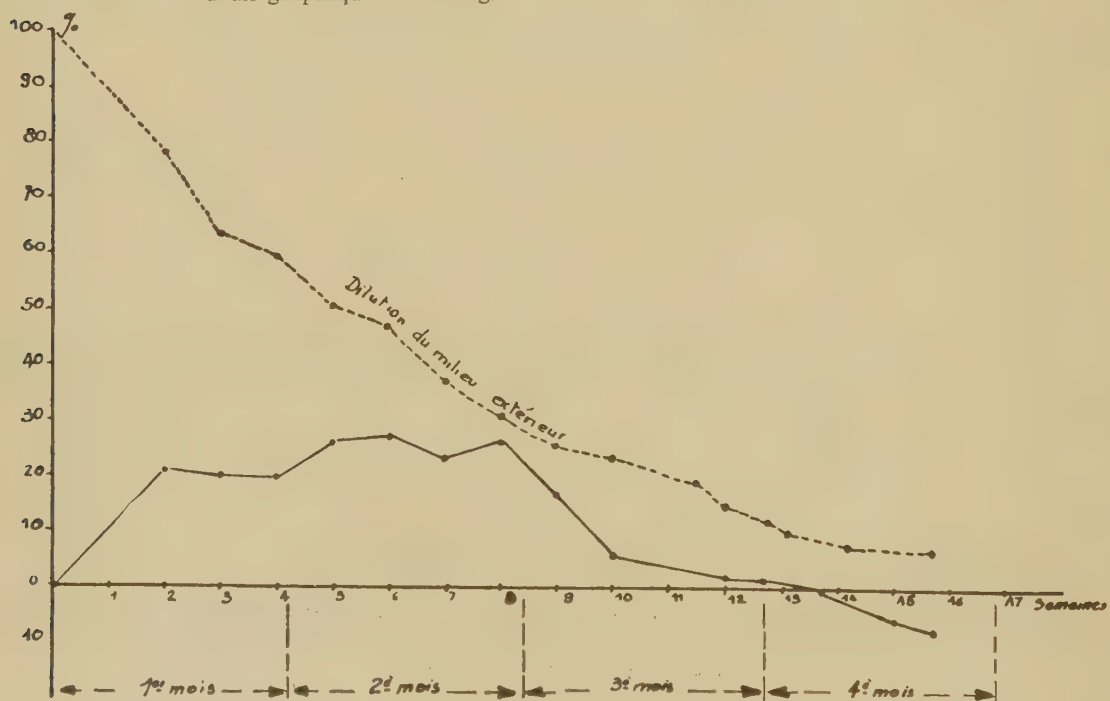
2° Le poids final est légèrement inférieur au poids initial (au bout de 2 mois il lui est encore supérieur).

3° Les variations sont observées durant plus de 3 mois.

4° Dilution atteinte au bout de 3 mois 14 %, et à la fin de l'expérience : 5,5 %.

5° Certaines Moules (de petite taille) sont encore bien vivantes le 7 avril.

6° Les poids, après un accroissement par rapport au poids initial, ont tendance à diminuer dès la fin du 2ème mois. Je crois dans ce cas à la possibilité de l'inanition tendant à influencer les Moules de fâcheuse manière car le parallélisme des deux graphiques de la fig. 44 est très net dès le 2ème mois.



Variations de poids, en % du poids initial

Fig. 44.

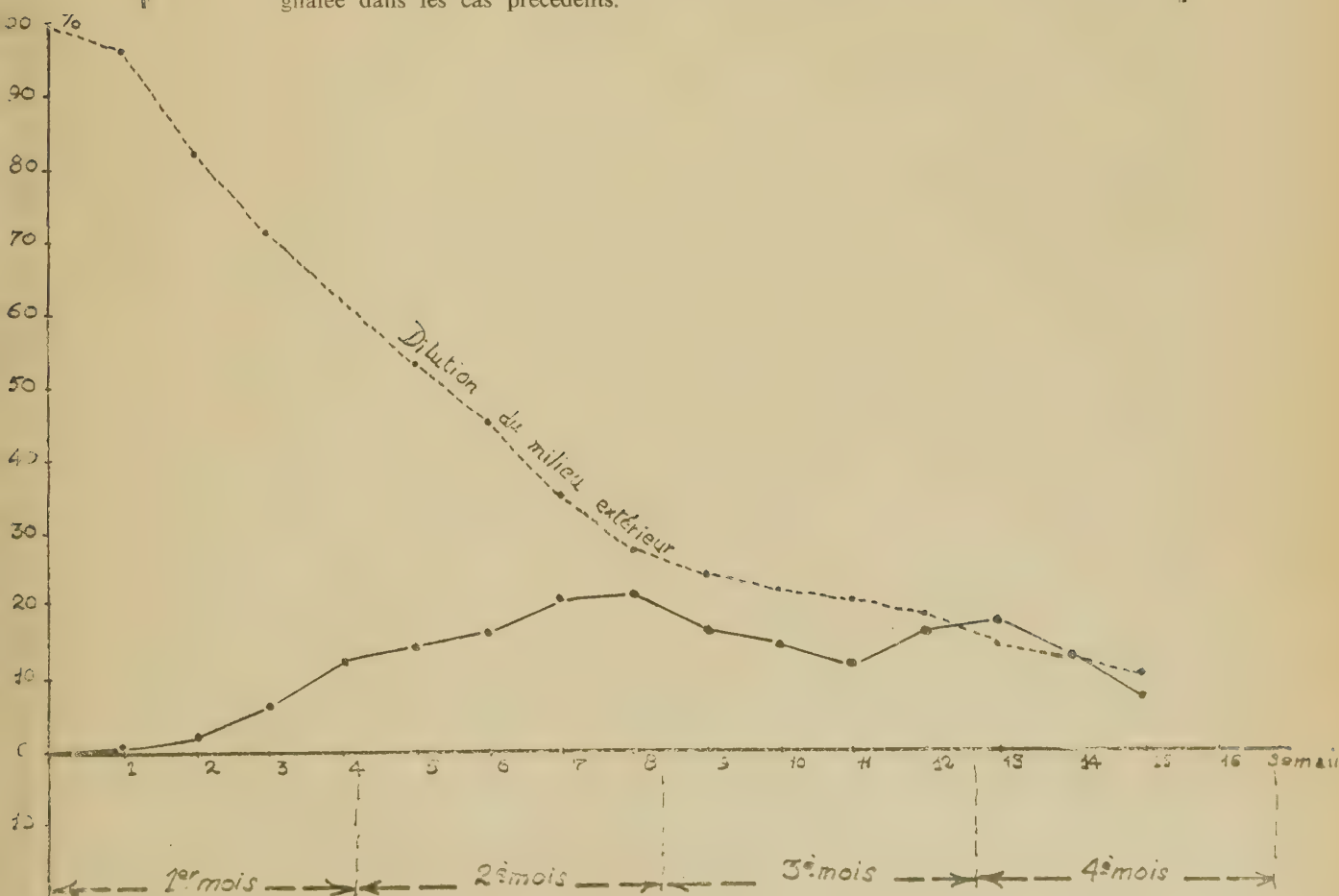
4° — **Variations**, en % du poids initial, dans le cas du remplacement goutte à goutte de l'eau de mer initiale par de l'eau douce jusqu'à la dilution de 10,2 % (obtenue en 4 mois) ; tableau 34 et figure 45 (du 15 décembre 1941 au 28 mars 1942).

Tableau 34 Variations de poids des Moules

15 décem.	22 décem.	29 décem.	5 janvier
Début de l'expé.	+ 0,59	+ 2,50	+ 6,25
12 janv.	20 janv.	27 janv.	4 février
+ 12,29	+ 14,37	+ 16,29	+ 20,65
10 février	16 février	23 février	3 mars
+ 21,45	+ 16,64	+ 14,75	+ 11,65
10 mars	18 mars	23 mars	28 mars
+ 16,67	+ 17,80	+ 13,27	+ 7,00

Arrêt de l'expé.

N.B. — Ici les résultats offrent de grandes ressemblances avec ceux des expériences précédentes. Cependant l'expérience a été arrêtée alors que le poids était encore supérieur au poids initial ; on peut supposer que le graphique amorce la descente signalée dans les cas précédents.



Variations de poids, en % du poids initial.

Fig. 45.

VI — QUELQUES ASPECTS PARTICULIERS DES VARIATIONS DE POIDS

Il peut être intéressant de considérer l'influence de divers facteurs sur les variations de poids signalées au précédent chapitre.

1° Influence du degré de la concentration extérieure dans l'adaptation rapide.

J'ai pu constater que plus le milieu extérieur est dilué, plus l'augmentation de poids est notable ; c'est ainsi que les variations sont négatives pour l'eau de mer ou l'eau à 90 % d'eau de mer tandis qu'à partir de 80 % les Moules accusent une augmentation nette du poids et celle-ci ne fait que s'accroître jusqu'à une dilution de 20 % (eau de mer) ; dans l'eau douce, les augmentations sont proportionnellement moins grandes. Les Moules absorbent d'autant plus d'eau que le milieu extérieur est plus dilué avec un maximum vers 20 % d'eau de mer ; à partir de ce maximum, l'absorption est moindre, comme du reste la survie c'est-à-dire que les phénomènes se précipitent pour arriver à une issue fatale.

D'autre part la vitesse de ces variations semble fonction de la basse concentration extérieure. En effet, depuis l'eau douce jusqu'à la dilution 40 % d'eau de mer, les maxima sont atteints en 10 à 30 minutes (en moyenne 15 minutes environ), tandis que pour les dilutions allant de 50 % à 80 % d'eau de mer, les maxima sont atteints en 15 à 45 minutes (en moyenne plus de 30 minutes).

Donc il y a une certaine accélération des phénomènes au fur et à mesure de la dilution extérieure. En outre, à l'équilibre d'échanges qui paraît s'établir aux environs d'une heure pour les milieux faiblement dilués, une heure et demie pour les milieux plus fortement dilués, le poids est sensiblement inférieur au poids initial ou à peine supérieur, tandis qu'il est nettement supérieur au poids initial dans les dilutions avoisinant l'eau douce ou dans l'eau douce même. Il semble donc bien que la dilution extérieure s'accompagne d'une moins grande réaction de la Moule à la pénétration de l'eau puis à l'expulsion de cette eau, d'où poids final tendant à rester supérieur au poids initial, car si la Moule se trouve plongée dans l'eau douce, elle absorbe de l'eau comme dans tous les cas similaires, puis elle réagit pour l'expulser mais n'arrive qu'à un résultat incomplet, d'où à l'équilibre un poids supérieur au poids initial. Et comme les sels passent dans le milieu extérieur, la dessalure affectant les tissus devient telle que la Moule ne tarde pas à périr.

Donc il semble que la Moule ait une certaine capacité de résistance vis-à-vis du

milieu extérieur mais qu'elle ait des limites qui sont dépassées dans le cas de l'eau douce.

Comme des phénomènes analogues se produisent dans des milieux dont les dilutions sont 10 et 20 % d'eau de mer, on ne peut que considérer ces dilutions comme particulières et dans lesquelles la Moule est appelée à vivre difficilement et à mourir assez vite.

Remarquons que pour la dilution 50 % le poids ne repasse que très lentement au-dessous du poids initial, ce qui permet de rapprocher dans une certaine mesure cette dilution de celles qui confinent à l'eau douce.

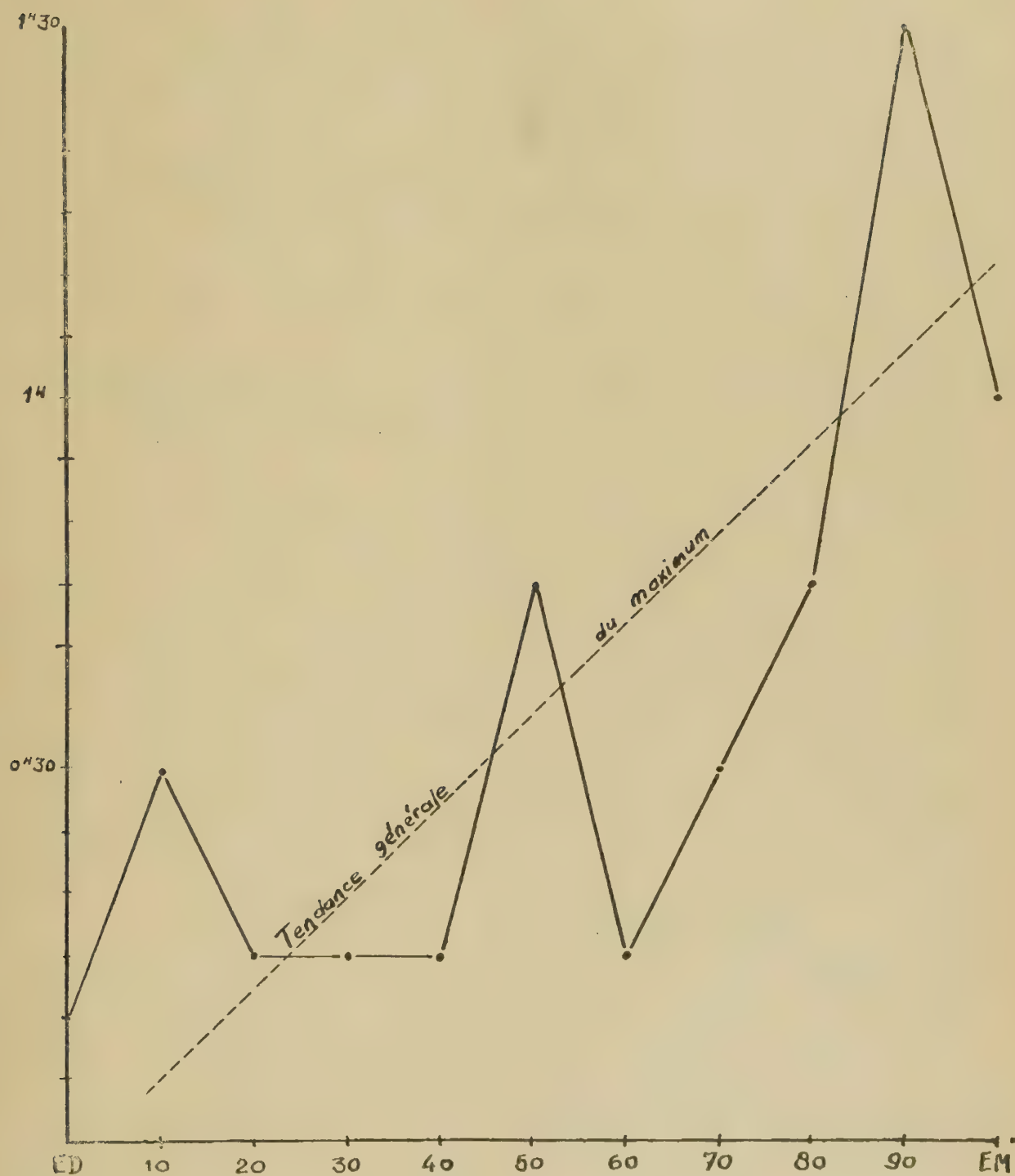
Les graphiques ci-après donnent une idée condensée des phénomènes observés (fig. 46 et 47).

On observe des fluctuations vers 50 %, 20 % et 10 %, avec une tendance générale marquée par la droite tracée sur le graphique. En outre l'équilibre paraît avoir ten-



Valeurs du maximum de poids (en %)
 en fonction de la dilution du milieu extérieur.

Fig. 46.



Poids maximum en fonction du temps et de la dilution.

Fig. 47.

dance à se faire de plus en plus au-dessus du poids initial au fur et à mesure que la dilution s'accroît. C'est ainsi que les poids à 1 h. puis à 1 h. 30 affirment par le graphique la tendance à l'enfoncement des tracés au-dessous de l'axe des x et l'équilibre réalisé paraît être inférieur au poids initial.

Dans le cas des dilutions 60 % et 20 %, ainsi que pour l'eau douce les chiffres utilisés pour compléter le graphique (avec «?») tiennent compte des résultats acquis au bout de 2 h., alors que le graphique représente les poids à 1 h. 30.

En outre on observe toujours cette tendance, pour 50 %, 20 %, 10 % et l'eau douce à un équilibre supérieur au poids initial.

Enfin on peut remarquer que, à part les fluctuations vers 10 % et 50 %, il y a une tendance générale bien marquée par l'oblique en tirets (fig. 47).

2° — Influence de la réaction du milieu.

Ayant déjà constaté que la résistance et la survie des Moules diminuent notablement en milieu acide ou alcalin, j'ai essayé de mesurer l'influence du pH dans les variations de poids des Moules plongées dans des milieux dilués de pH différent du pH normal.

Comme on pouvait s'y attendre, les phénomènes ont sensiblement la même allure, il n'y a que la rapidité et l'intensité qui changent.

A — Action d'une acidité élevée.

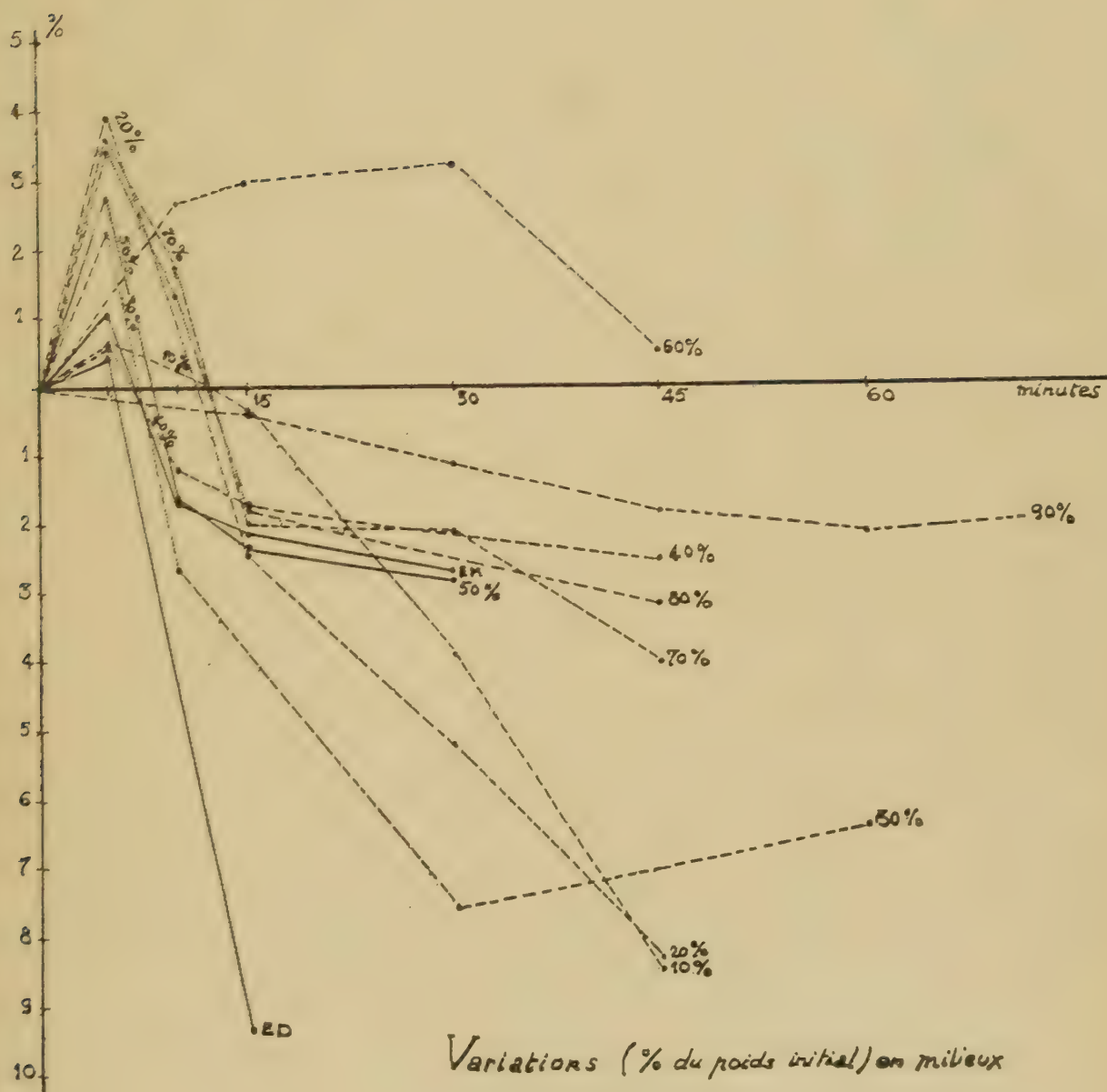
Quand on met des Moules dans de l'eau de mer diluée (90 %, 80 %, etc.) de pH inférieur à 8,3 (eau de mer normale) on observe une tendance à l'augmentation rapide de poids ; sauf pour l'eau de mer et 90 %, celui-ci atteint un maximum inférieur, dans l'ensemble, à celui que j'ai pu montrer dans le cas d'un milieu simplement dilué et au bout d'un laps de temps plus court ; à la suite de quoi il y a baisse graduelle du poids. Cette baisse se fait d'autant plus vite que l'acidité relative est plus forte.

Voici, successivement pour pH = 6,5 et pH = 5,2, les variations de poids des Moules (en % du poids initial) la tendance du maximum de poids en fonction de la dilution et la tendance du maximum en fonction du temps séparant le début de l'expérience du moment où ce maximum est constaté. (tableaux 35 et 36, figures 48, 49 et 50).

Tableau 35 Variations de poids des Moules (% du poids initial) en milieux dilués de pH = 6,5

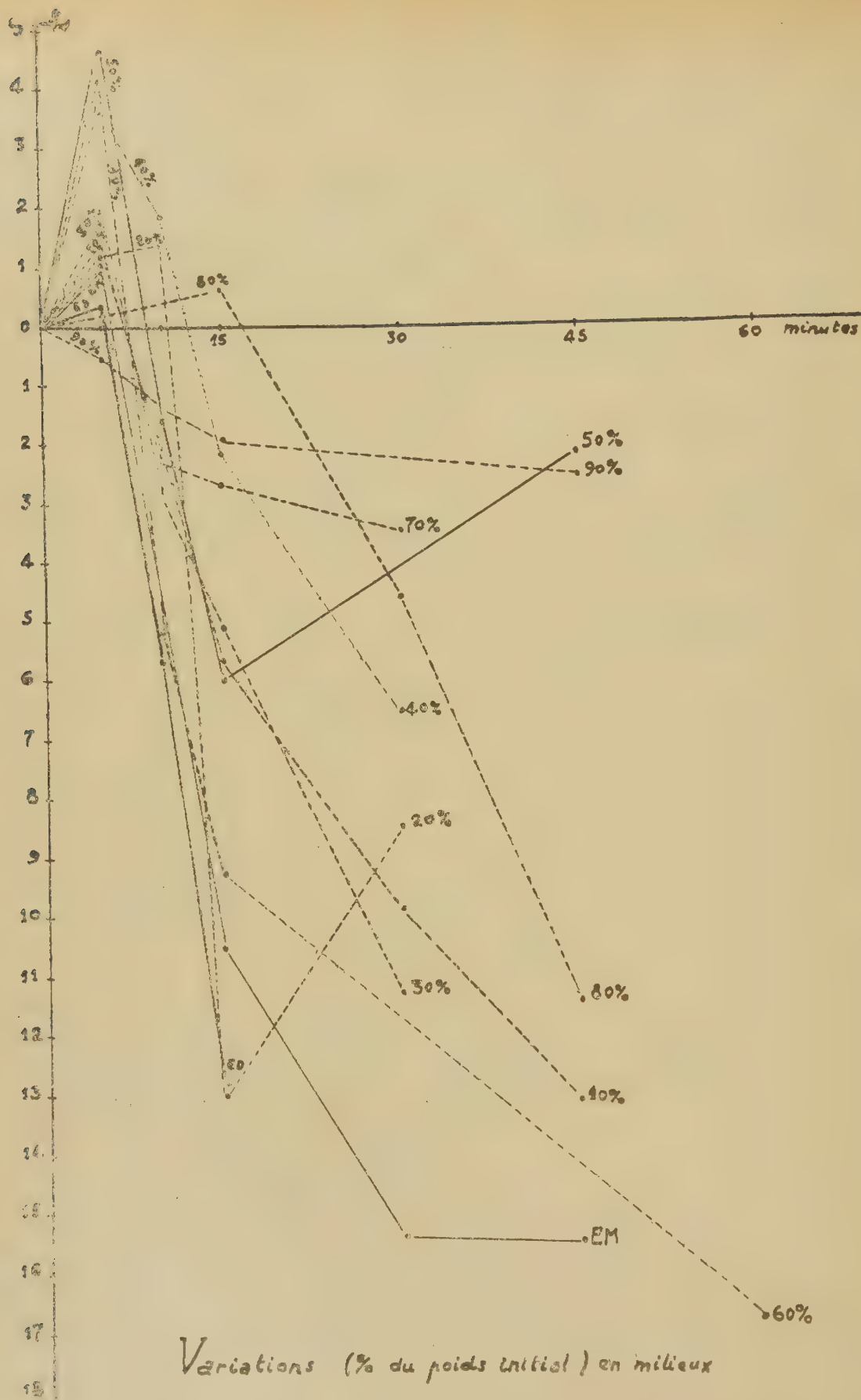
	5 minutes	10 min.	15 min.	30 min.	45 min.	1 h.	1h. 30
EM	+ 1,08*	— 1,68	— 2,17	— 2,71			
90			— 0,37	— 1,16	— 1,85	— 2,18	— 1,64
80	+ 3,41*	+ 1,31	— 1,76		— 3,18		
70	+ 3,60*	+ 1,74	— 1,99	— 2,17	— 4,05		
60		+ 2,66	+ 2,95	+ 3,21*	+ 0,50		
50	+ 2,73*	— 1,62	— 2,33	— 2,84			
40	+ 0,61*	— 1,20	— 1,69		— 2,56		
30	+ 2,26*	— 2,65		— 7,62		— 6,47	
20	+ 3,91*		— 2,34	— 5,22	— 8,41		
10	+ 0,63*	+ 0,23	— 0,33	— 3,93	— 8,53		
ED	+ 0,43*		— 9,36				

Poids maximum indiqué en *.



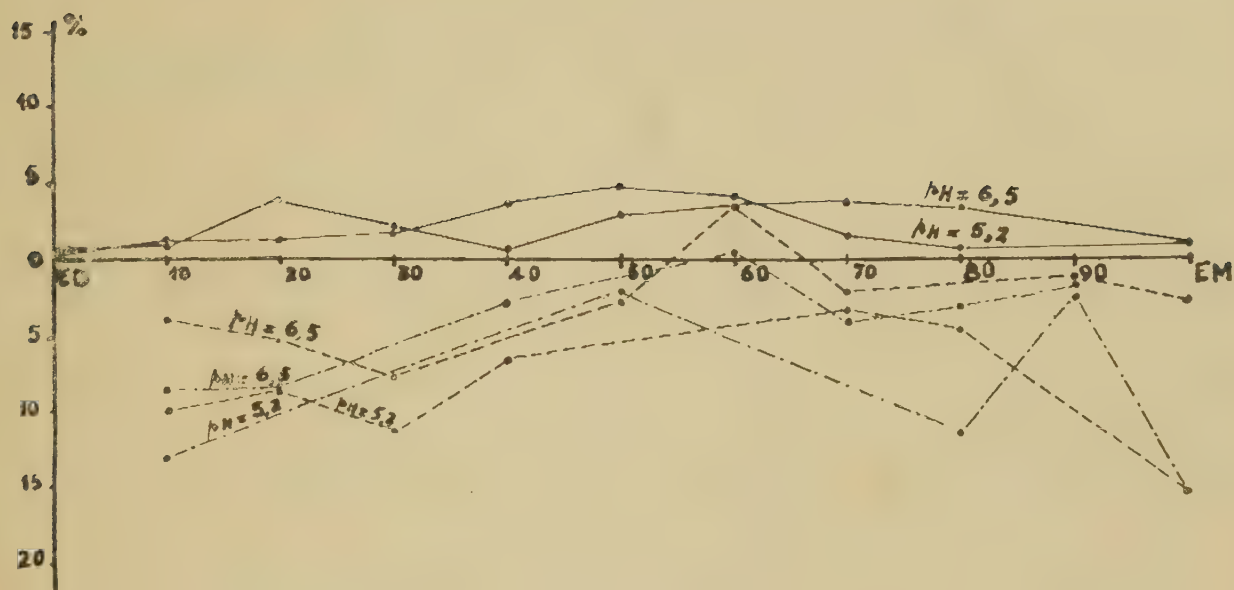
Variations (% du poids initial) en milieu
dilué de pH = 6,5.

Fig. 48.



Variations (% du poids initial) en milieux
dilués de $pH = 5, 2$.

Fig. 49.



——— Poids maximum.
 - - - - - Poids atteint à 30 minutes.
 Poids atteint à 45 minutes.

Valeurs du maximum de poids (en %) en fonction de la dilution du milieu extérieur.

Fig. 50.

**Tableau 36 Variations de poids des Moules (% du poids initial)
en milieux dilués de pH = 5,2**

	5 minutes	10 min.	15 min.	30 min.	45 min.	1 h.	1 h. 30
EM	+ 1,00*	--	— 10,5	— 15,41	— 15,46	—	—
90	— 0,51	— 1,37	— 1,91	—	— 2,52		
80	—	—	+ 0,60*	— 4,58	— 11,44		
70	+ 1,38*	— 2,25	— 2,67	— 3,43	—		
60	+ 4,16*	— 5,18	— 9,26	—	— 2,13	— 16,71	
50	+ 4,67*	— 1,58	— 5,98	—			
40	+ 3,64*	+ 1,84	— 2,14	— 6,54			
30	+ 1,77*	— 2,87	— 5,07	— 11,24			
20	+ 1,175*	+ 1,375*	— 13,00	— 8,47			
10	+ 1,04*		— 5,67	— 9,88	— 13,08	—	—
ED	+ 0,32*	— 5,66	— 12,75	—	—	—	—

Poids maximum indiqué en *.

Le maximum de poids est toujours positif, sauf pour 90 % (encore que les premières pesées n'aient été faites qu'au bout de 15 minutes) pour lequel on peut supposer tout au moins un maximum légèrement supérieur au poids initial. On observe une faible tendance à l'augmentation vers 20 %, une sorte de palier vers 70 %, donc cette tendance est ici moins marquée ; en tout cas si ce maximum est inférieur à celui observé en milieu non acidifié, il y a une sorte de mouvement de bascule autour de 50 % comme pivot.

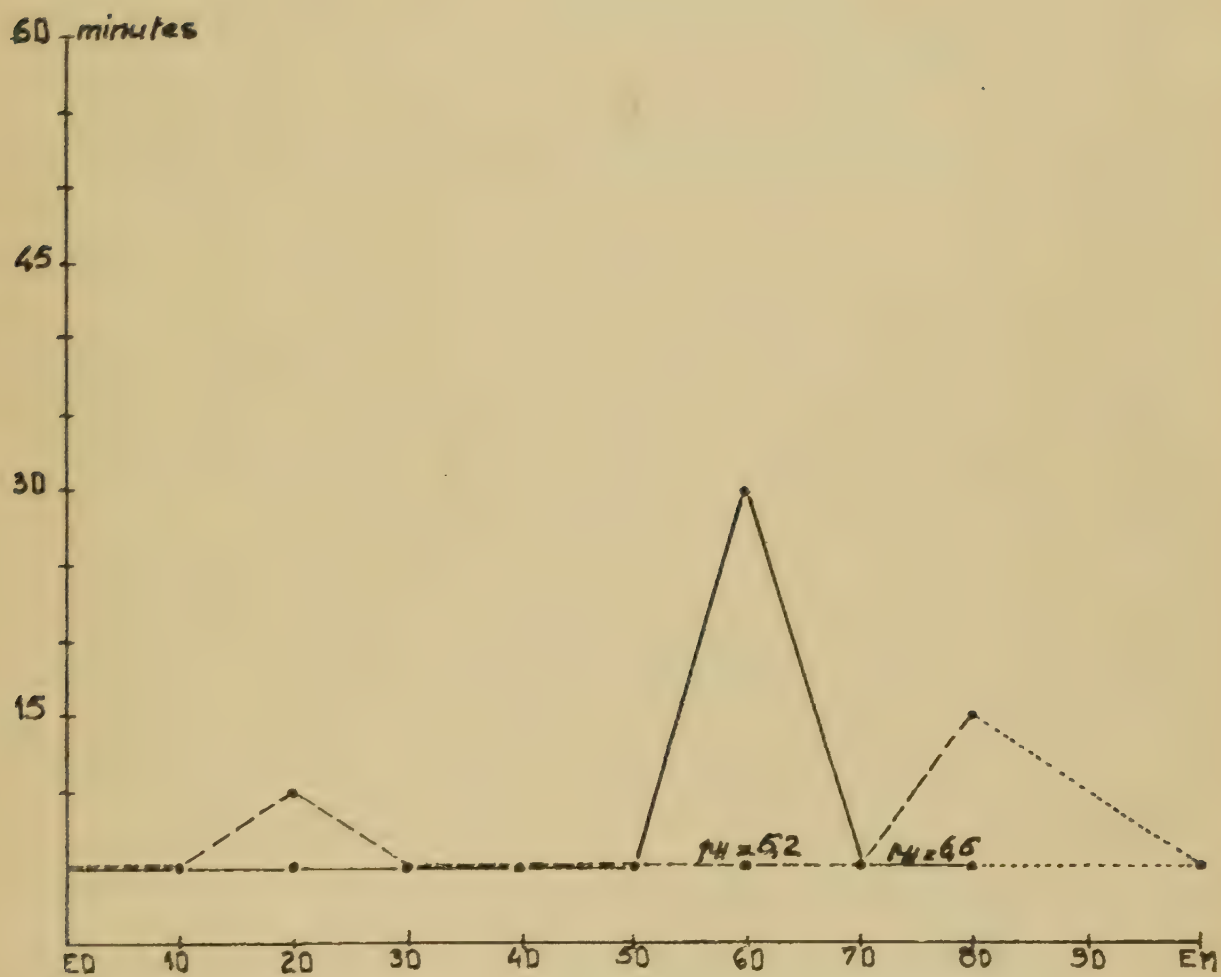
Avec pH = 5,2 si le maximum vers 50 % est plus fort que pour pH = 6,5, il est dans l'ensemble inférieur à pH = 6,5 donc tendance déjà signalée précédemment à l'écrasement du graphique (Fig. 50). Enfin, ce graphique se décale vers la droite avec l'accentuation de l'acidité, ce qui paraît correspondre à une influence de plus en plus marquée de l'acide sur un milieu proportionnellement moins dilué.

En ce qui concerne les rapports des poids maxima avec le temps, la tendance est moins nette que dans les cas examinés précédemment ; il y a tout de même un abaissement général vers 5 minutes (fig. 51) et une action plus marquée vers la rapidité d'atteinte du poids maximum si le milieu extérieur est plus acide (de pH = 6,5 à pH = 5,2).

S'il y a quelques « velléités » de maximum atteint plus tard que 5 minutes dans pH = 6,5, elles sont tout juste marquées pour pH = 5,2.

Donc l'acidité de plus en plus forte tend à abaisser le maximum d'absorption, exprimé en grammes, à l'accélérer très nettement ; ces actions sont d'autant plus marquées que le milieu extérieur est plus dilué.

Notons que le pH = 5,2 m'a paru être la limite la plus basse compatible avec une vie qu'on n'oserait qualifier de normale, mais à partir de laquelle les souffrances endurées par les Mollusques sont déjà si intenses que le « clocher » caractéristique



Poids maximum, en fonction du temps et de la dilution,
 pH acides.

Fig. 51.

de mes graphiques est à peu près complètement supprimé. On se rapproche d'une simple et graduelle diminution de poids prenant, avec la baisse du chiffre du pH, une allure catastrophique.

La baisse du maximum est d'autant plus apparente que le milieu extérieur est moins dilué. Par exemple il suffit, pour s'en rendre compte, de comparer un liquide à 70 % (+ 4,25) fig. 39, avec un milieu identique à pH = 6,5 (+ 3,60), fig. 48, et pH = 5,2 (+ 1,38), fig. 49.

La tendance générale ressort de la comparaison des graphiques précédents.

La considération des résultats obtenus avec une étude systématique de dilutions échelonnées et de pH devenant de plus en plus acides m'amène à affirmer que les sels présents dans l'eau de mer ont une action protectrice d'autant plus marquée que le milieu extérieur est moins dilué, alors qu'au cas inverse il y a peu d'opposition à une influence néfaste des ions H^+ sur les tissus de la Moule.

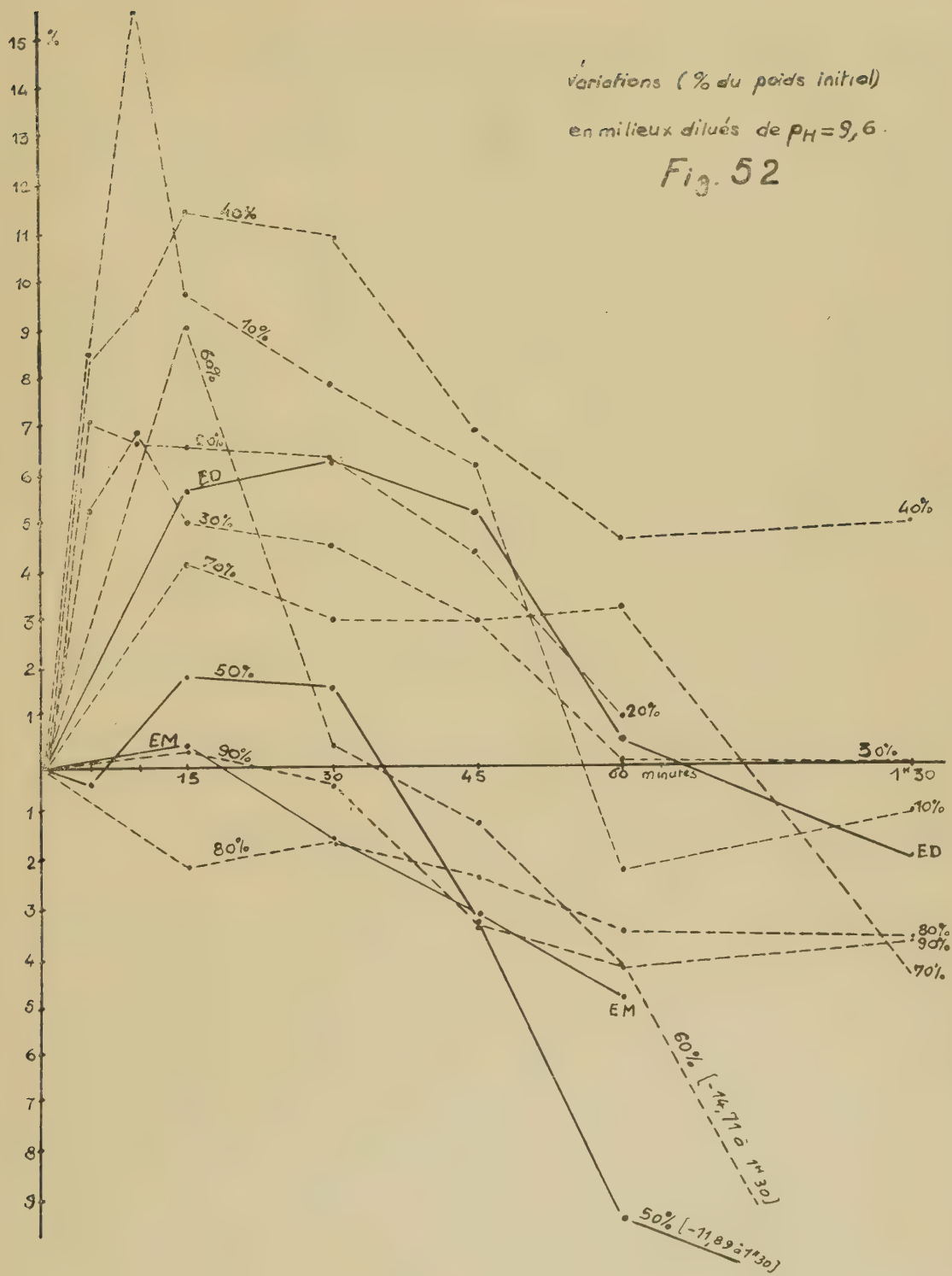
En outre si les sels luttent efficacement contre l'effet d'inhibition développé par les ions H^+ , ils sont de moins en moins puissants vis-à-vis de ces ions lorsque le pH tend vers 5, et alors le maximum d'absorption baisse de plus en plus et finit par s'annuler, supprimant ainsi l'allure caractéristique des variations de poids.

Donc plus le milieu est dilué et acide, plus les mécanismes compensateurs de la Moule se trouvent en défaut et plus le danger de mort s'approche.

B — Action d'une alcalinité élevée.

Les expériences qui ont consisté à observer les réactions des Moules dans des milieux dilués de pH alcalins (9,6 et 10,4) m'ont conduit à des constatations analogues à celles développées plus haut. C'est ainsi que pour certaines dilutions le maximum d'absorption est parfois plus élevé, parfois moins élevé que lorsque le milieu est simplement dilué. Or, ce qui compte, c'est l'ensemble des résultats et non pas des considérations partielles. En effet, les maxima sont, en gros, plus bas que dans un milieu simplement dilué. Les différences sont peut-être assez faibles mais elles existent tout de même et une simple comparaison entre les graphiques est édifiante. De plus la rapidité avec laquelle ces maxima sont atteints est nettement en faveur du pH = 9,6. Donc faible abaissement du maximum vers l'axe des x, augmentation de la rapidité d'atteinte de ces maxima.

Les tableaux (37 et 38) et graphiques (fig. 52 à 55) ci-après donnent l'allure des phénomènes.



**Tableau 37 Variations de poids des Moules (% du poids initial)
en milieux dilués de pH = 9,6**

	5 minutes	10 min.	15 min.	30 min.	45 min.	1 h.	1 h. 30
EM	—	—	+ 0,47*	— 1,47	— 3,1	— 4,78	—
90	—	—	+ 0,36*	— 0,35	— 3,22	— 4,12	— 3,65
80	—	—	— 2,01	— 1,56	— 2,26	— 3,38	— 3,53
70	—	—	+ 4,25*	+ 3,09	+ 3,03	+ 3,30	— 4,41
60	—	—	+ 9,17*	+ 0,44	— 1,12	— 4,11	— 14,71
50	— 0,30	—	+ 1,91*	+ 1,64	— 3,19	— 9,40	— 11,89
40	+ 8,46	+ 9,52	+ 11,52*	+ 11,01	+ 6,98	+ 4,71	+ 5,04
30	+ 5,37	+ 6,95*	+ 5,11	+ 4,61	+ 3,03	+ 0,13	0
20	+ 7,14*	+ 6,75	+ 6,67	+ 6,42	+ 4,47	+ 1,03	—
10	+ 8,59	+ 15,68*	+ 9,72	+ 7,96	+ 6,24	— 2,14	— 0,98
ED			+ 5,75	+ 6,33*	+ 5,30	+ 0,58	— 1,91

Poids maximum indiqué en *.

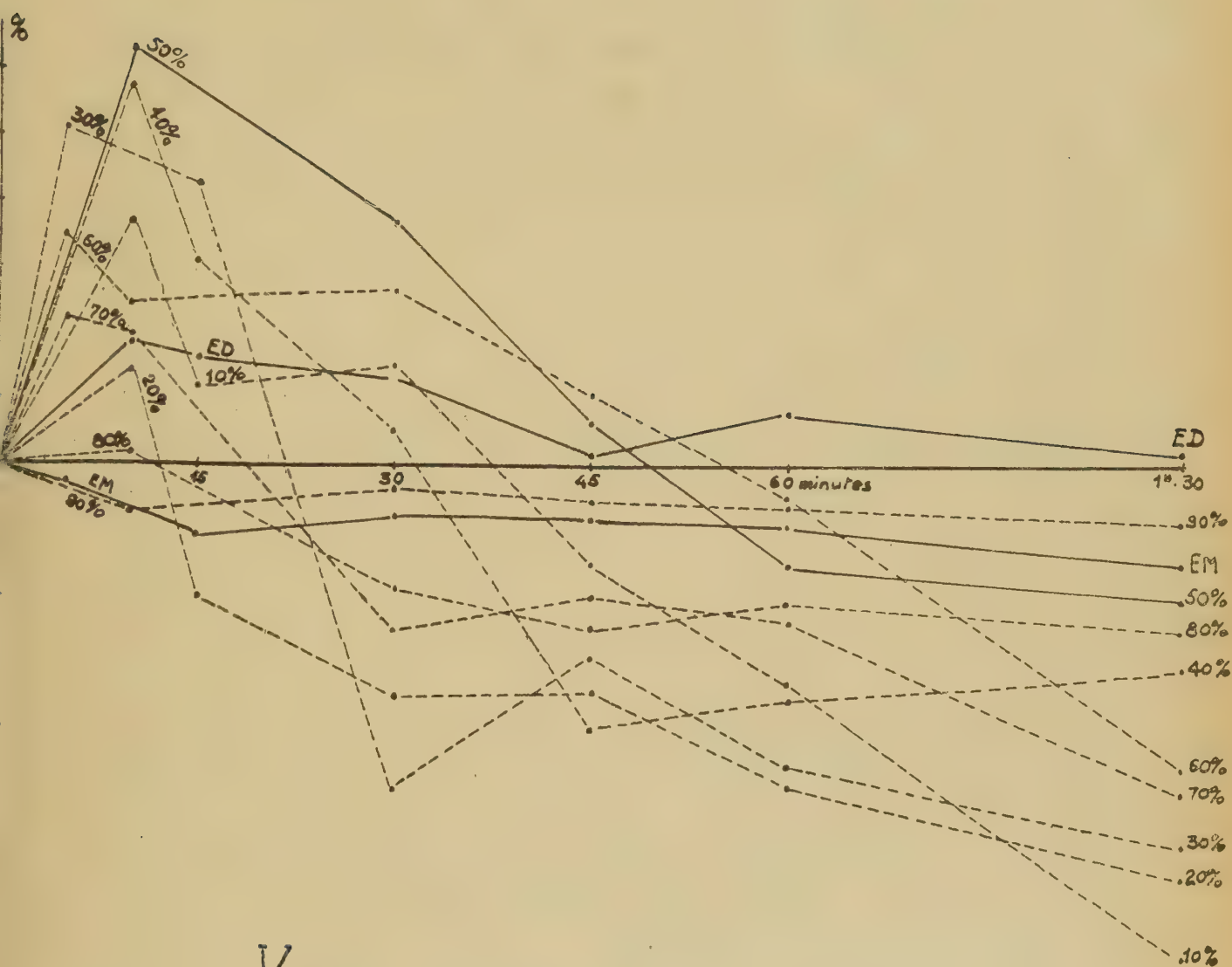
L'examen du tableau 37 appelle les remarques suivantes :

- 1° L'augmentation du poids est d'autant plus forte que le milieu est plus dilué.
- 2° Le poids maximum paraît être atteint en un temps plus bref.
- 3° La décroissance du poids paraît moins rapide si le milieu extérieur est plus dilué.
- 4° L'abaissement du poids maximum est assez faible, par rapport aux dilutions normales, d'où l'on peut déduire que les pH alcalins proches de 8,3 sont mieux tolérés que les pH acides.

**Tableau 38 Variations de poids des Moules (% du poids initial)
en milieux dilués de pH = 10,4**

	5 minutes	10 min.	15 min.	30 min.	45 min.	1 h.	1 h. 30
EM	— 0,27	—	— 1,06	— 0,76	— 0,68	— 0,92	— 1,48
90	—	— 0,67	—	— 0,34	— 0,53	— 0,62	— 0,88
80	—	+ 0,18*	—	— 1,85	— 2,47	— 2,08	— 2,51
70	+ 2,25*	+ 1,97	—	— 2,50	— 1,98	— 2,37	— 4,98
60	+ 3,49*	+ 2,45	—	+ 2,63	+ 1,07	— 0,48	— 4,57
50	—	+ 6,32*	—	+ 3,70	+ 0,65	— 1,49	— 2,00
40	—	+ 5,76*	+ 3,12	+ 0,54	— 3,97	— 3,52	— 3,08
30	+ 5,12*	—	+ 4,27	— 4,88	— 2,90	— 4,53	— 5,78
20	—	+ 1,44*	— 2,00	— 3,48	— 3,40	— 4,86	— 6,27
10	—	+ 3,72*	+ 1,18	+ 1,52	— 1,49	— 3,28	— 7,50
ED	—	+ 1,87*	+ 1,61	+ 1,32	+ 0,17	+ 0,78	+ 0,25

Poids maximum indiqué en *.

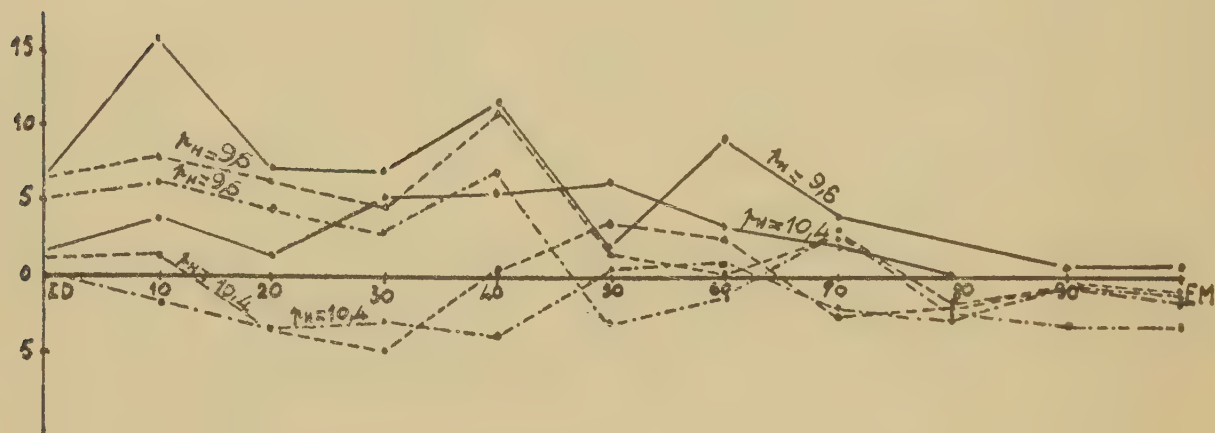


Variations (% du poids initial)
 en milieux dilués de $p_H = 10,4$.

Fig. 53.

Du tableau 38 découlent les observations suivantes :

- 1° Le poids maximum est dans l'ensemble plus rapidement atteint que pour $\text{pH} = 9,6$ et de plus paraît d'autant plus fort que le milieu extérieur est plus dilué.
- 2° Les chiffres correspondant à l'eau de mer sont tous plus petits que (zéro 0).



— Poids maximum.
 - - - - - Poids atteint à 30 minutes.
 - . - . - Poids atteint à 45 minutes.

Valeurs du maximum de poids (en%) en fonction
 de la dilution du milieu extérieur.

Fig. 54.

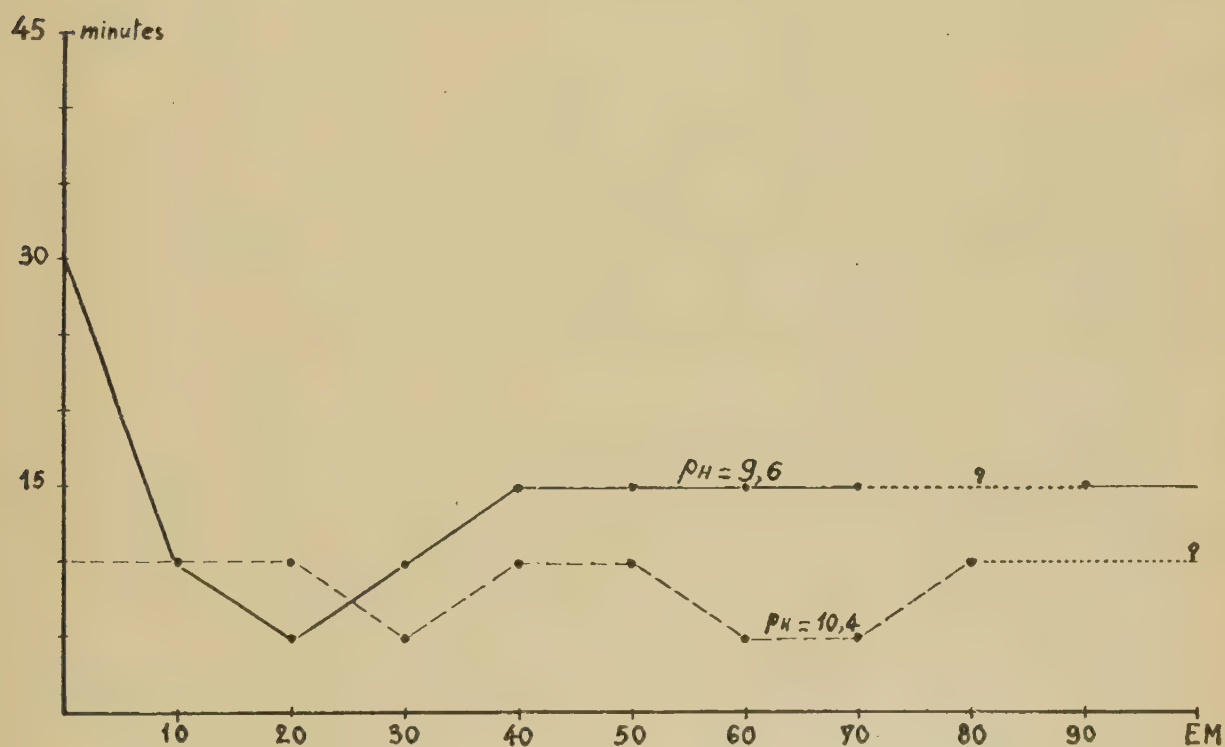
- 3° Ceux correspondant à l'eau douce sont tous plus grands que 0 (zéro).

On constate que le poids maximum est un peu plus faible que dans les cas précédents ; d'autre part la rapidité d'atteinte est plus grande comme le montre la comparaison des résultats ci-dessus avec ceux concernant les milieux simplement dilués.

Il semble donc que plus le pH s'écarte de 8,3 (pH normal de l'eau de mer) plus la Moule souffre avec toutefois cette restriction que le Mollusque a l'air de supporter moins aisément des pH alcalins que des pH acides, car les phénomènes pathologiques qu'il nous offre sont plus rapidement atteints quand le pH augmente que lorsqu'il diminue. Il est probable que, à partir d'une certaine limite difficile à fixer, il ne résiste

plus du tout aux différences de pression osmotique et à l'action néfaste des ions OH^- ; les barrières naturelles de l'organisme, les branchies, les tissus variés en contact avec le milieu ambiant laissent alors passer l'eau et les sels, d'où trouble persistant jusqu'à la mort de l'individu.

Il y a donc, dans ce cas également, action protectrice des sels vis-à-vis des ions OH^- , action qui cesse sans doute plus rapidement que dans les cas de l'acidité. Et en définitive, que l'on alcalinise ou que l'on acidifie le milieu extérieur, il y a tendance à bouleversements plus ou moins accusés ou rapides mais de même ordre dans le comportement des Moules.



Poids maximum, en fonction du temps et de la dilution,

pH alcalins

Fig. 55.

VII — TENEUR EN EAU ET CONCENTRATION MOLECULAIRE DES TISSUS

Dans les tentatives précédentes consistant à faire apparaître les faits principaux ressortant du contact Moules-liquide ambiant, l'idée directrice était de traduire la résistance des Mollusques aux variations du milieu extérieur et les variations de poids provenant d'échanges avec ce milieu. Il m'a paru indispensable de préciser, dans la mesure du possible, les notions acquises en déterminant les modifications éventuelles de la teneur en eau et en sels.

1° Détermination du poids sec.

A - Méthode. — Pour obtenir des résultats susceptibles d'être comparés, j'ai toujours opéré de la même façon, aussi rigoureusement qu'il m'a été donné de le faire : la Moule est sortie de son élément tout comme dans les expériences précédentes, pesée, puis débarrassée de sa coquille. Elle est ensuite laissée pendant quelques heures à l'air dans une capsule tarée, enfin mise dans une étuve à + 50° durant quatre à cinq heures, puis à + 110° jusqu'à complète dessiccation. Quand tout est bien refroidi elle est pesée à nouveau. La différence de poids avant et après la dessiccation donne la teneur en eau des tissus.

Il y a plusieurs précautions à prendre dans ces opérations : veiller à ce que les Moules soient sorties de l'eau et toujours égouttées de la même façon, éviter de perdre du liquide lors des manipulations successives, régler le système de chauffage de façon à obtenir toujours les températures ci-dessus indiquées, remuer à intervalles de temps réguliers le contenu de la capsule pour homogénéiser l'ensemble, éviter de pousser trop loin la dessiccation, dans la deuxième phase, pour ne pas observer de perte de poids due au départ de diverses substances volatiles telles que les graisses et, si l'étuve est trop chaude, une carbonisation des tissus qui fausse les résultats. Je l'ai constaté à deux ou trois reprises et je me suis bien gardé de tenir compte des chiffres obtenus avec des Moules en partie carbonisées.

Ces recherches ont été faites dans tous les cas envisagés au cours des chapitres précédents et sur un nombre plus ou moins grand d'individus selon les circonstances.

Dans le cas d'un milieu contenant 50 % d'eau de mer j'ai procédé de la façon suivante (à titre d'exemple) :

Moule n° 23 — Temps de séjour dans ce milieu : 24 heures.

Poids de la matière vivante : 7,233 g.

— — — sèche : 1,007 g.

% de matière sèche : 13,92

% d'eau : 86,08

Moule n° 9 — Temps de séjour dans ce milieu : 10 minutes.

Poids de la matière vivante : 6,953 g.

— — — sèche : 0,765 g.

% de matière sèche : 11,00

% d'eau : 89,00

B - Résultats — Voici maintenant les résultats exprimés par les tableaux (39 à 41) et par les graphiques (fig. 56 à 58).

On peut noter dès maintenant que : la teneur minima se situe à 78,44 % et la teneur maxima à 91,72 % ; d'autre part, la moyenne trouvée pour la teneur en eau de base est : 83,9 % (à rapprocher de celle indiquée par BALLAND (in LAMBERT 1950) = 82 %.

Si l'on envisage le cas de l'adaptation lente, l'examen des tableaux 42 et 43, accompagnés de la figure 59, appelle les observations suivantes :

1°) La teneur en eau est exprimée par différence avec 84 qui est considérée comme base.

Par exemple : $86,38 - 84 = 2,38$.

Les graphiques sont plus nets en multipliant par 10, dans l'échelle des ordonnées, les chiffres tels que 2,38.

2°) Les variations de la teneur en eau suivent approximativement les mêmes règles que les poids, comme il résulte de la comparaison des graphiques ci-dessus avec ceux donnés après l'exposé des observations faites dans les expériences de baisse graduelle de la concentration saline extérieure.

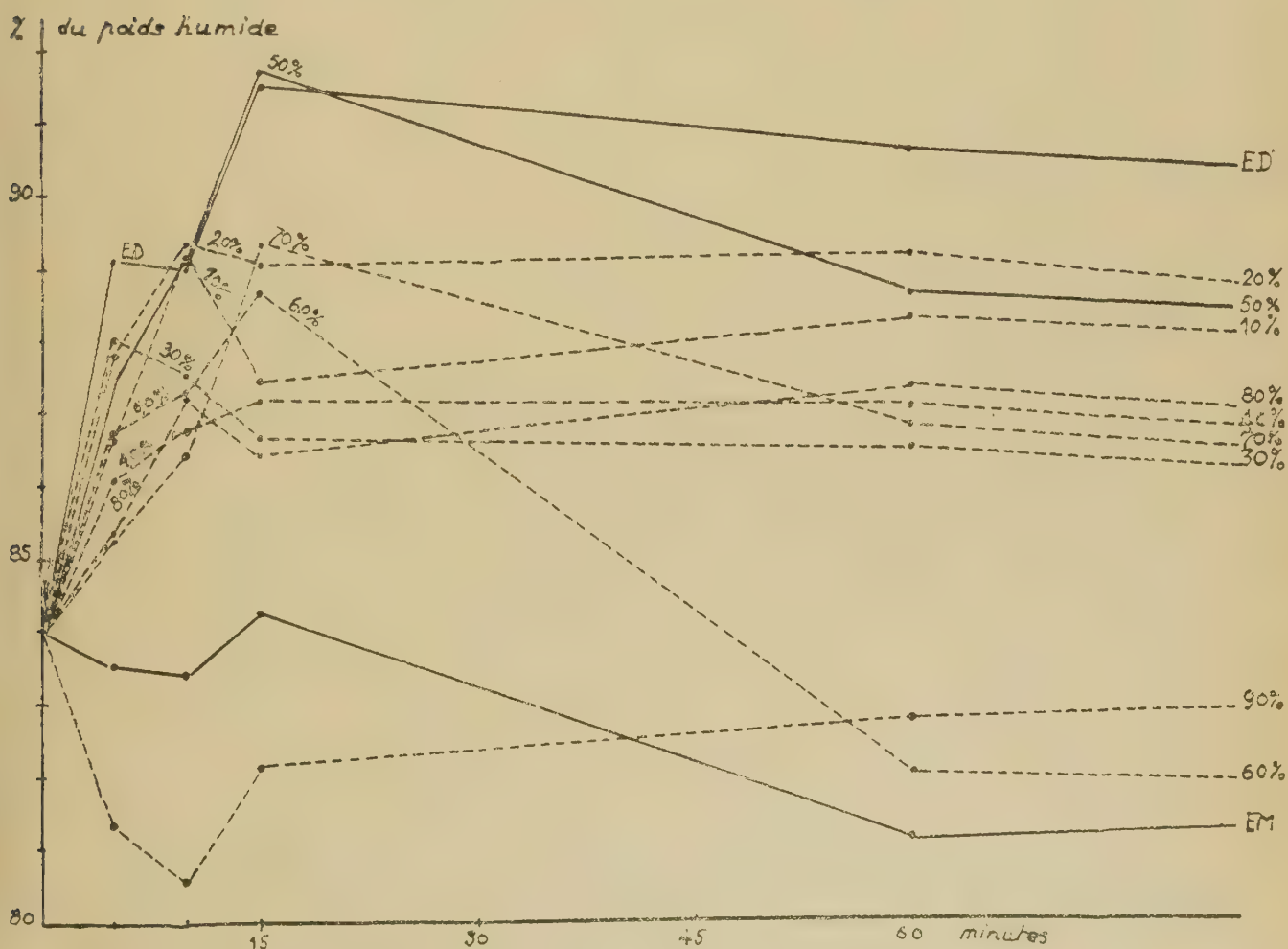
Ces résultats sont en accord avec les précédents, à savoir que les Moules accusent une **rétenction** d'eau lorsqu'on les plonge dans des milieux diversement dilués, que cette rétenction **diminue** quand le séjour se poursuit au-delà des limites compatibles avec la vie et qu'à l'équilibre d'échanges il y a suivant les cas une quantité d'eau tissulaire plus forte au début, ou à peu près semblable (cas de l'eau douce) de l'eau de mer et des milieux dilués à 50 %, 20 % et 10 %) tandis que cette quantité est plus faible dans les autres cas envisagés.

Donc la détermination du poids sec confirme les résultats obtenus par pesées successives. Il faut tout de même spécifier que les chiffres donnés dans ce chapitre ne doivent pas être pris dans un sens **absolu** car il faut tenir compte des imprécisions **inévitables** de cette méthode ; d'autre part ces chiffres ne constituent qu'une **moyenne** résultant de plusieurs opérations ; or le nombre de Moules utilisées pour un même résultat (exemple : eau à 50 %, pH = 5,2, durée de séjour : 10 minutes) n'était pas forcément le même que dans les autres cas, d'où certaines fluctuations.

Ces chiffres ont surtout pour rôle de montrer le **sens** des variations constatées et comme on trouve des variations similaires dans les deux groupes d'expériences, on est en droit de conclure à la réalité de ces variations.

Tableau 39 Teneur en eau (en % du poids humide)

	5 minutes	10 min.	45 min.	1 h.	1 j.
EM	83,53	83,41	84,27	81,13	85,42
90	81,34	80,57	82,16	82,78	84,18
80	85,36	87,20	86,43	87,33	84,63
70	85,27	86,45	89,34	86,79	80,51
60	86,71	87,30	88,67	82,04	80,48
50	87,38	89,15	91,72	88,65	86,07
40	86,12	86,78	87,18	87,09	85,02
30	88,03	87,54	86,68	86,53	78,44
20	87,80	89,35	89,06	89,17	86,06
10	86,66	89,18	87,46	88,31	85,62
ED	89,13	89,00	91,56	90,61	87,56

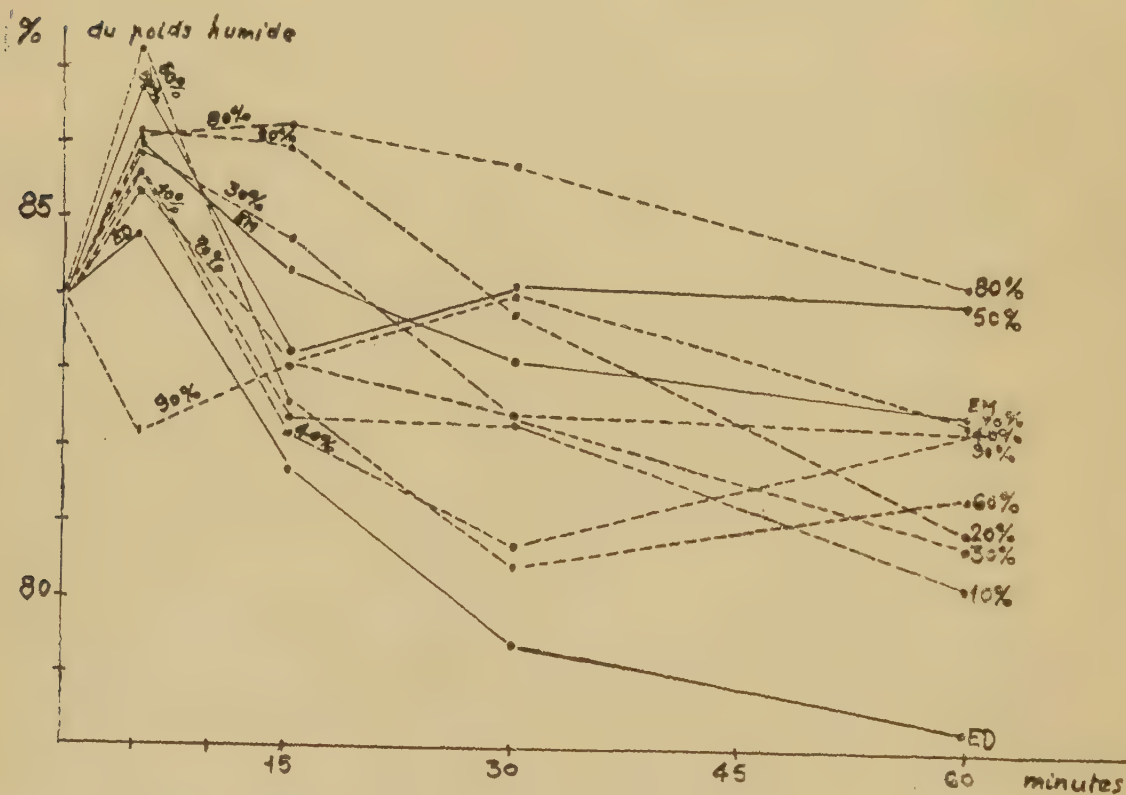


Teneur en eau, en milieux dilués.

Fig. 56.

Tableau 40 Teneur en eau (% du poids humide)
en milieux dilués de pH = 5,2

	5 minutes	15 min.	30 min.	60 min.
EM	86,00	84,32	83,17	82,50
90	82,16	83,10	82,45	82,27
80	86,10	86,25	85,72	84,22
70	85,36	83,12	84,00	82,33
60	87,24	82,57	80,43	81,41
50	86,74	83,26	84,17	83,91
40	85,62	82,18	80,69	82,28
30	85,88	84,76	82,38	80,77
20	86,17	86,00	83,74	80,96
10	85,62	82,37	82,31	80,19
ED	84,78	81,72	79,34	78,28

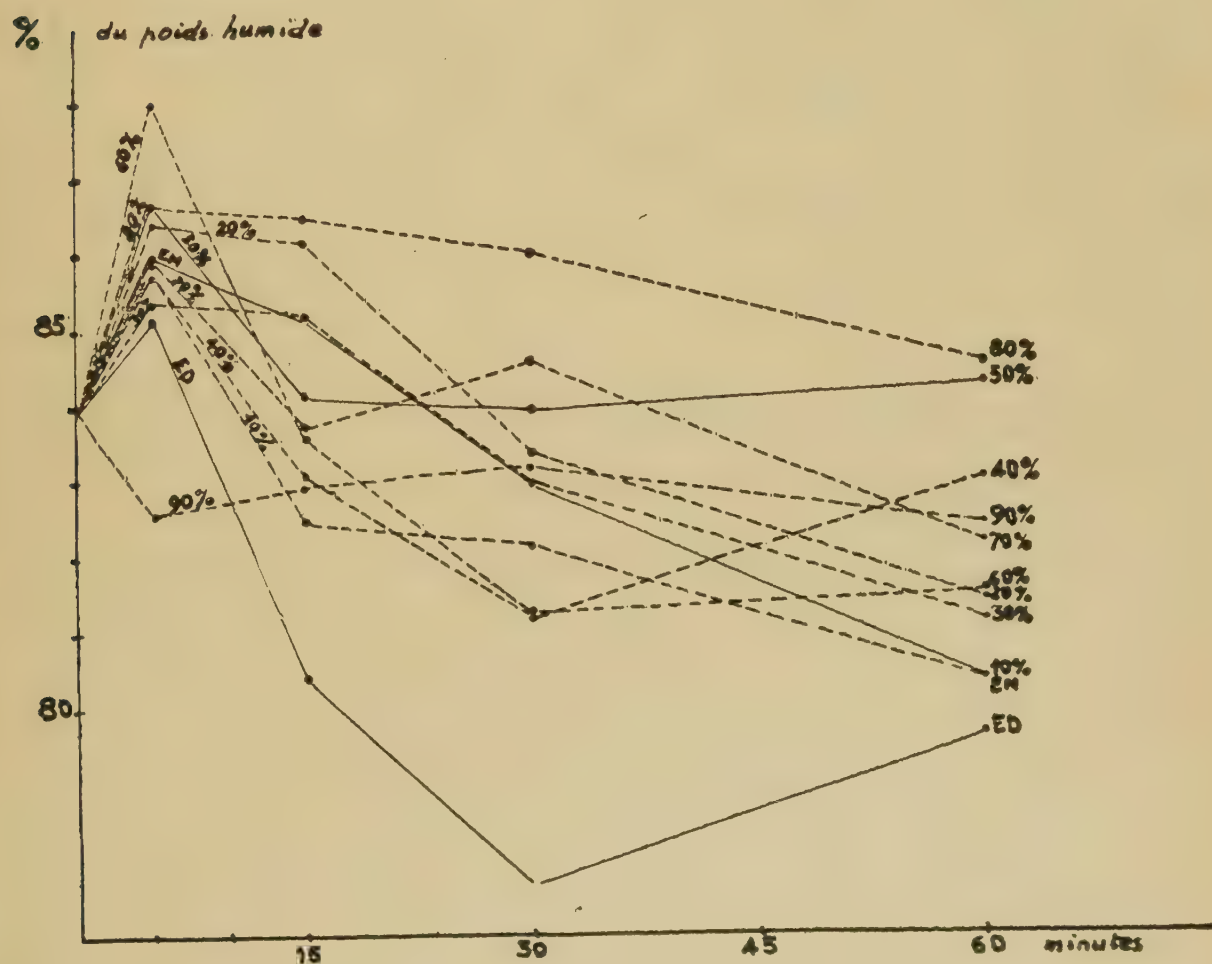


Teneur en eau, en milieux dilués, pH = 5,2.

Fig. 57.

Tableau 41 Teneur en eau (% du poids humide)
en milieux dilués de pH = 10,4

	5 minutes	15 min.	30 min.	60 min.
EM	85,92	85,13	82,94	80,33
90	82,58	82,91	83,18	82,41
80	86,67	86,48	86,02	84,53
70	85,88	83,71	84,58	82,17
60	88,00	83,68	81,23	81,55
50	86,62	84,10	83,94	84,27
40	85,72	83,08	81,22	83,00
30	85,34	85,20	83,00	81,14
20	86,41	86,16	83,37	81,42
10	85,72	82,46	82,14	80,33
ED	85,11	80,39	77,68	79,64



Teneur en eau, en milieux dilués, $p_H = 10,4$

Fig. 58.

Tableau 42 Teneur en eau (% du poids humide)

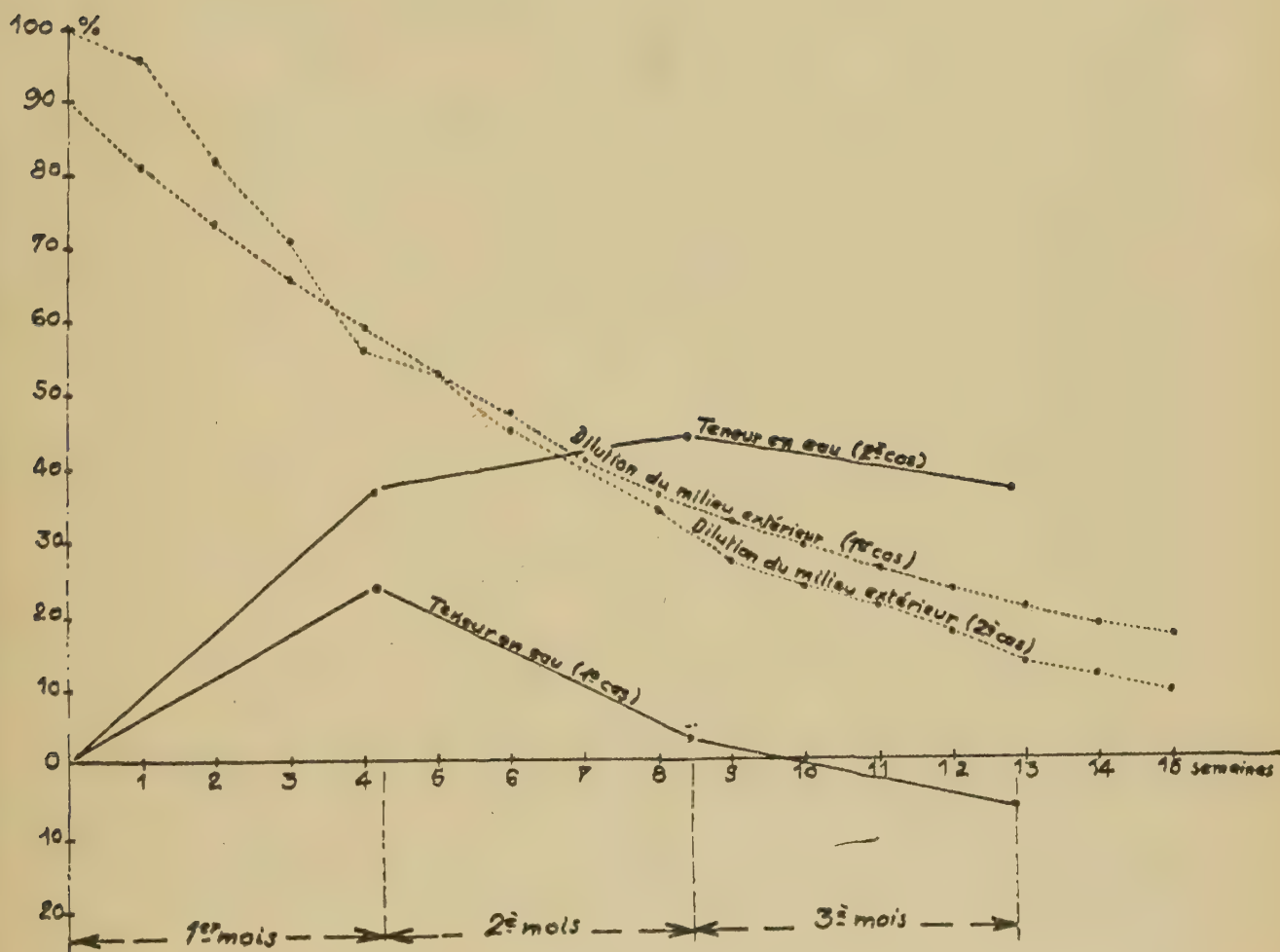
1er cas : remplacement 4 litres par 4 litres chaque semaine pendant 3 mois

	Fin 1 ^{er} mois	Fin 2 ^{ème} mois	Fin 3 ^{ème} mois	Observations
Départ :				
83,9 %	87,56	84,32	84,00	
très peu	86,38	83,78	83,28	
différent	86,47	85,09	81,62	1 décès
de 84	87,32	83,90	83,59	
du poids	84,72	84,33	84,32	
humide	85,88			
moyennes	86,38	84,28	83,36	

Tableau 43 Teneur en eau (% du poids humide)

2^{me} cas : remplacement goutte à goutte pendant 3 mois

	Fin 1 ^{er} mois	Fin 2 ^{ème} mois	Fin 3 ^{ème} mois	Observations
Départ :				
83,9 %	89,33	87,71	88,32	
très peu	88,67	90,38	88,67	
différent	87,39	89,76	87,39	2 décès
de 84	88,54	89,00	86,64	
du poids	85,78	87,79		
humide	86,43	88,44		
moyennes	87,69	88,84	87,75	



Teneur en eau (% du poids humide),
dans la dilution lente du milieu extérieur.

Fig. 59.

2° Concentration moléculaire des tissus.

A - **Méthode.** — Il faut pouvoir opérer sur des quantités de liquide assez fortes, mais il est difficile d'en obtenir plus de 5 à 6 centimètres cubes ; aussi le plus souvent ai-je groupé deux par deux les individus employés.

Pour recueillir le sang il convient, après avoir vidé la Moule de son eau intervalvaire, de sectionner le muscle postérieur afin de voir s'écouler du sang à peu près pur.

L'extrait des tissus est relativement plus simple à obtenir. J'ai utilisé pour cela une méthode imparfaite, mais qui a fait ses preuves avec divers biologistes et que j'avais moi-même employée avec succès dans des recherches antérieures. Elle consiste à comprimer les Moules (une ou deux suivant leur taille) dans une petite presse à main ; il s'écoule un liquide épais, d'un brun jaunâtre, dont il ne reste plus qu'à déterminer le point cryoscopique. Celui-ci représente la valeur de tout l'organisme puisqu'il s'agit de l'extrait à la presse de tout le corps de la Moule, c'est-à-dire de l'ensemble des tissus.

L'appareil utilisé était un cryoscope de modèle classique, permettant d'utiliser de faibles quantités de liquide. Le thermomètre, gradué en 50ème de degré, possédait des graduations suffisamment grandes pour pouvoir apprécier facilement le centième de degré. Quant au mode opératoire, il était le suivant : je faisais cesser la surfusion en apportant une trace de glace et je mesurais la température maxima indiquée (qui est tout au plus égale au point cryoscopique cherché). Ensuite le réservoir du cryoscope était sorti du moufle, réchauffé à la main tout en continuant à agiter jusqu'à ce qu'il n'y ait plus qu'une trace de glace, le réservoir était alors remis dans le moufle : il y avait baisse graduelle de la température qui se maintenait stationnaire au bout de quelques secondes. J'arrêtais l'agitation et je constatais parfois que la colonne de mercure remontait de quelques centièmes de degré puis se maintenait à un niveau constant pendant plusieurs minutes et qui indiquait le point cryoscopique recherché.

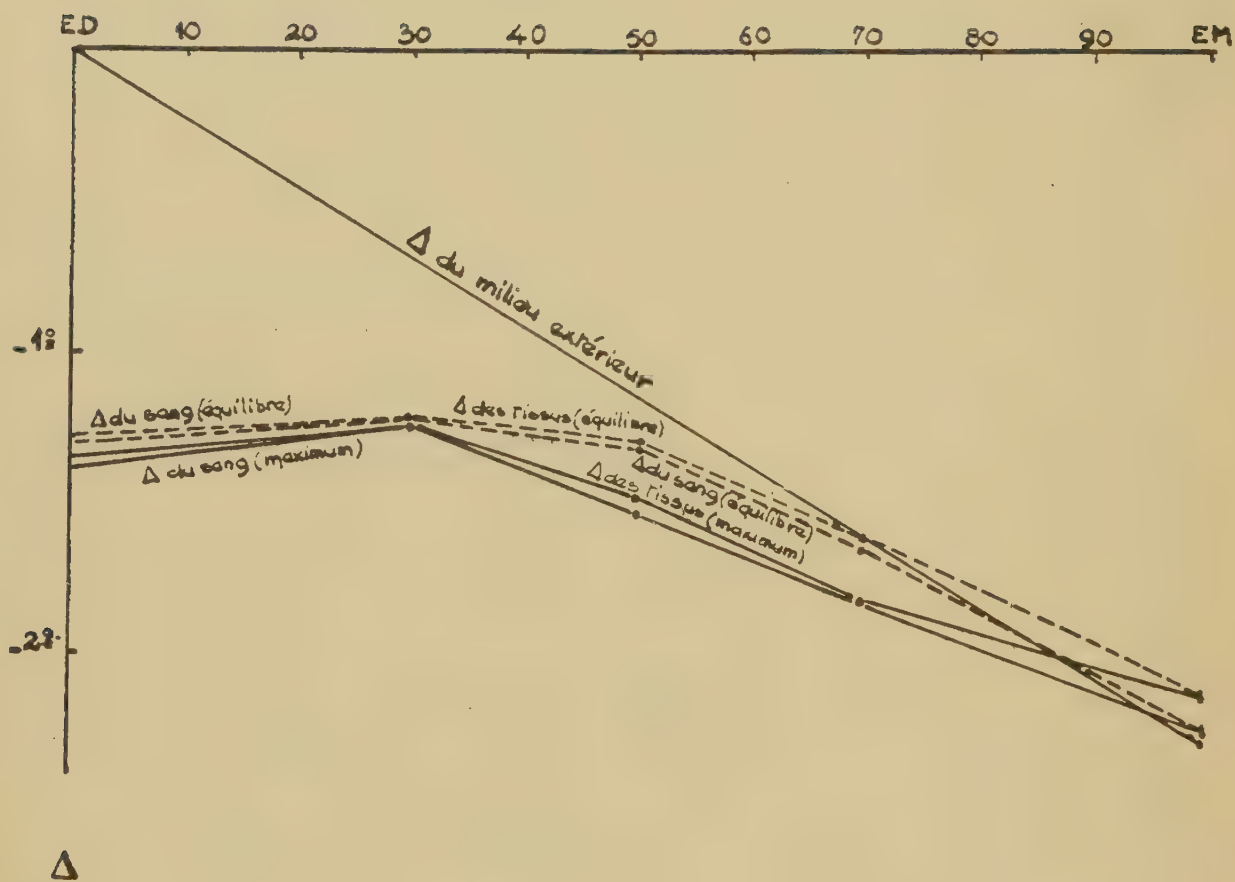
En général les nombres trouvés étaient différents les uns des autres de moins de deux centièmes de degré ; je m'étais astreint à faire quatre déterminations et j'en prenais la valeur moyenne. Comme la précision des mesures est au moins du centième de degré, je considère cette précision comme bien suffisante pour un travail du genre de celui que j'ai entrepris.

B - **Résultats.** — Les cas envisagés dans le tableau 44 et la figure 60 ont trait à divers Mollusques sortant de milieux plus ou moins modifiés par rapport à l'eau de mer normale ; j'ai tenu également à mesurer le point cryoscopique de l'eau de mer et celui de Moules retirées de leur élément naturel. Je précise enfin que la durée de séjour dans les divers milieux a toujours été basée sur des recherches antérieures afin d'obtenir des chiffres susceptibles de comparaison avec ceux qui découlent de l'adaptation rapide ou lente de la Moule à des milieux différents de l'eau de mer.

Les Moules qui ont séjourné plus de 24 heures dans l'eau de mer (afin d'obtenir l'équilibre) accusent un Δ moyen des tissus égal à : — 2°21 et du sang : — 2°10 ; l'eau de mer utilisée se congelant à — 2°26, il y a donc une légère hypotonicité des Moules vis-à-vis du milieu extérieur.

Tableau 44 Points cryoscopiques chez la Moule (Adaptation rapide)

Compo- sition du liquide	Δ du liquide	Nombre d'indi- vidus (groupés par 2)	Durée du séjour	Δ du sang	Δ des tissus	Δ moyen du sang	Δ moyen des tissus	Observations
EM	— 2°26	3	1 h.	— 2°21 — 2°19 — 2°20	— 2°08 — 2°09 — 2°10	— 2°20	— 2°09	<i>Tous les chiffres correspondent à des groupes de deux individus</i>
		3	1 j.	— 2°21 — 2°22 — 2°20	— 2°10 — 2°11 — 2°09	— 2°21	— 2°10	
70 %	— 1°56	4	30 min.	— 1°73 — 1°88 — 1°87 — 1°78	— 1°72 — 1°89 — 1°77 — 1°79	— 1°81	— 1°79	
		6	2 h.	— 1°60 — 1°64 — 1°62 — 1°61 — 1°64 — 1°62	— 1°61 — 1°55 — 1°59 — 1°58 — 1°60 — 1°62	— 1°62	— 1°59	
50 %	— 1°09	5	45 min.	— 1°53 — 1°48 — 1°49 — 1°55 — 1°52	— 1°48 — 1°45 — 1°50 — 1°49 — 1°48	— 1°51	— 1°48	
		4	6 h.	— 1°33 — 1°28 — 1°29 — 1°31	— 1°27 — 1°30 — 1°29 — 1°28	— 1°30	— 1°28	
30 %	— 0°64	3	20 min.	— 1°28 — 1°22 — 1°24	— 1°26 — 1°23 — 1°25	— 1°24	— 1°24	
		3	4 h.	— 1°19 — 1°23 — 1°21	— 1°21 — 1°20 — 1°20	— 1°21	— 1°20	
ED	+ 0°05	3	15 min.	— 1°37 — 1°38 — 1°40	— 1°34 — 1°37 — 1°36	— 1°38	— 1°35	
		2	2 h.	— 1°28 — 1°30	— 1°30 — 1°32	— 1°29	— 1°31	



Points cryoscopiques dans l'adaptation rapide.

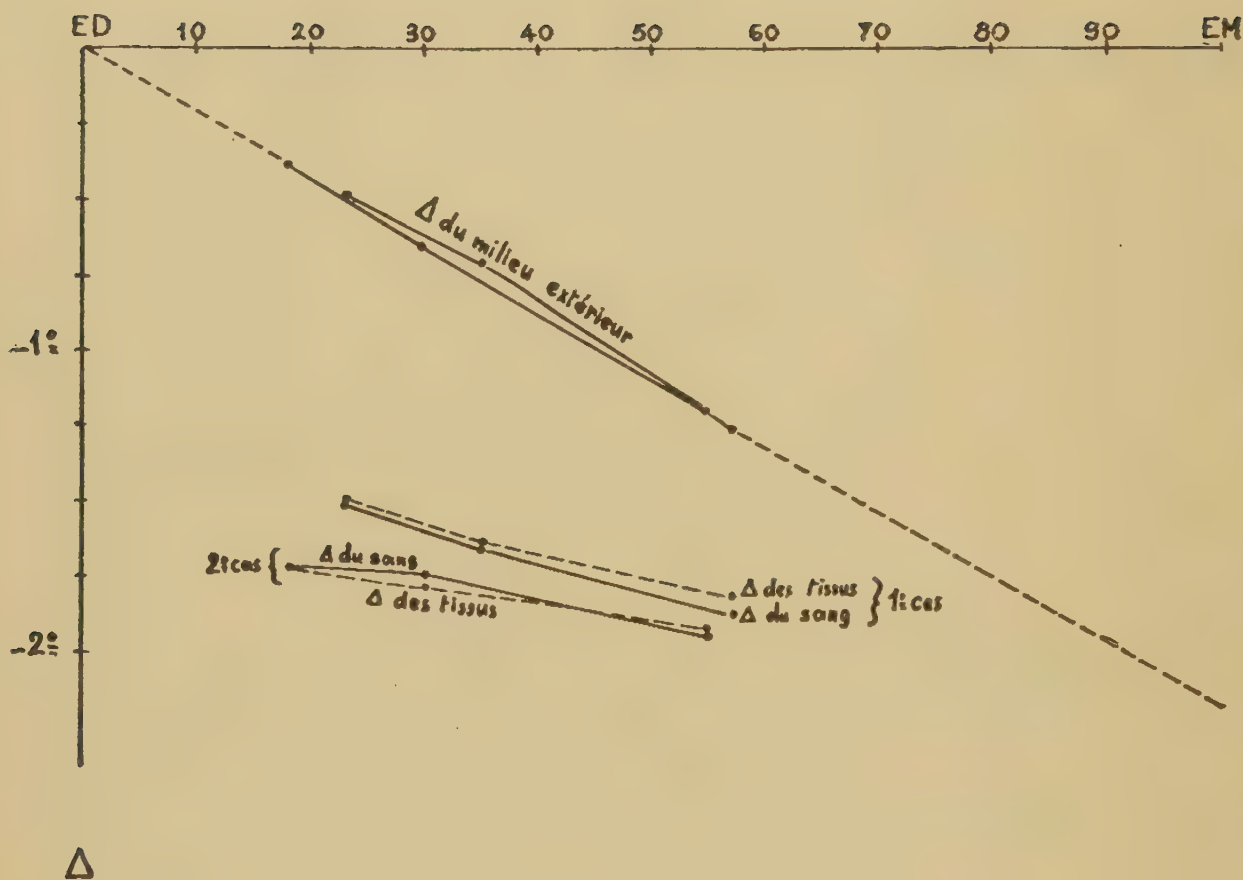
Fig. 60.

Tableau 45 Points cryoscopiques chez la Moule (Adaptation lente)

Composition du liquide	Δ du liquide	Nombre d'individus (groupés par 2)	Temps de séjour	Δ moyen du sang	Δ moyen des tissus
<i>1^{er} cas :</i> remplacement 4 li- tres par 4 litres					
57 %	— 1°26	6	fin 1 ^{er} mois	— 1°87	— 1°82
35 %	— 0°71	6	fin 2 ^{ème} mois	— 1°65	— 1°63
23 %	— 0°49	5	fin 3 ^{ème} mois	— 1°50	— 1°48

Tableau 46 Points cryoscopiques chez la Moule (Adaptation lente)

Composition du liquide	Δ du liquide	Nombre d'individus (groupés par 2)	Temps de séjour	Δ moyen du sang	Δ moyen des tissus
<i>2^{ème} cas :</i> Remplacement goutte à goutte					
55 %	— 1°20	6	fin 1 ^{er} mois	— 1°94	— 1°92
30 %	— 0°65	6	fin 2 ^{ème} mois	— 1°73	— 1°77
18 %	— 0°38	4	fin 3 ^{ème} mois	— 1°70	— 1°70



Points cryoscopiques dans l'adaptation lente.

Fig. 61.

Après examen de ces résultats, il semble que lorsque le milieu extérieur se dilue **rapidement**, les Moules absorbent une certaine quantité d'eau, ainsi que le démontrent l'augmentation de la teneur en eau et la baisse de pression osmotique totale de l'organisme. Il est probable que cette entrée d'eau s'accompagne d'une sortie de sels. Ensuite, les Moules arrivent à éliminer une bonne partie de l'eau organique sans toutefois que leurs tissus arrivent à lutter efficacement contre la baisse de pression osmotique extérieure, d'où concentration moléculaire croissante arrivant à se maintenir légèrement supérieure à celle du milieu extérieur, c'est-à-dire que dans un milieu dilué la Moule maintient son hypertonicité vis-à-vis du milieu ambiant tout comme elle maintient son Δ dans l'eau de mer. Il y a tout lieu de croire que lors des premiers contacts de la Moule avec le milieu extérieur dessalé, la perméabilité des membranes branchiales et des téguments à l'eau et probablement aux sels augmente plus ou moins intensément suivant les cas ; c'est alors que le poids des Mollusques augmente et que la pression osmotique diminue dans les limites repérées ci-dessus. Cependant la perméabilité ne tarde pas à se modifier à nouveau, comme une réaction de l'organisme aux conditions ambiantes plutôt défavorables dans l'ensemble ; les échanges tendent à s'équilibrer et tout prouve que de l'eau repasse à l'extérieur puisque le poids de la Moule diminue et que la concentration moléculaire s'accroît ; et quand l'équilibre est établi, le Mollusque s'est assuré une fixité nouvelle de son milieu intérieur et il peut continuer à vivre dans des conditions ambiantes fort différentes de son élément naturel.

Quand la Moule est soumise à une dilution **progressive** du milieu ambiant, les faits observés montrent que le Mollusque garde une hypertonicité plus élevée, dans l'ensemble, que dans le premier cas (tableaux 45 et 46). Tout se passe comme si la Moule retenait plus énergiquement des sels parce que plus lentement soumise à une diminution graduelle de la salinité ambiante. La comparaison des graphiques (fig. 61) que j'ai pu obtenir est assez démonstrative en l'occurrence. En outre on s'aperçoit que si le sang et les tissus ont des Δ souvent différents (les tissus étant légèrement moins concentrés que le sang), ils sont en réalité très proches, parfois même inversés ; bien entendu ce qui retentit sur l'un retentit sur l'autre. En outre, on observe une légère différence en faveur de la dilution goutte à goutte du milieu extérieur, ce qui n'a rien d'étonnant puisque dans ce cas, la Moule arrive plus aisément que dans la dilution par 4 litres à la fois, à maintenir un certain tonus vis-à-vis du milieu extérieur.

De plus le Δ compatible avec une vie à peu près normale et au-dessous duquel la Moule ne peut guère descendre paraît être vers $1^{\circ}70$ ou $1^{\circ}80$, c'est à dire à peu près intermédiaire entre Δ dans l'eau douce et Δ dans l'eau de mer. Au-dessous de ce chiffre la Moule commence à souffrir et peut mourir plus ou moins rapidement. La capacité d'adaptation, surtout si le Mollusque est brusqué, est relativement peu étendue.

Enfin, il est un caractère sur lequel je reviens parce qu'il est manifeste dans presque tous les graphiques qui précèdent et qui me paraît suffisamment bien montré pour qu'il ne soit pas utile d'insister : c'est ce que j'ai pris l'habitude d'appeler le « fléchis-

sement physiologique » de la Moule aux alentours de la dilution 50 %, auquel j'ai tenté de trouver une explication provisoire ou tout au moins une hypothèse de travail.

La Moule plongée dans des milieux de dilution croissante utilise ses ressources propres pour lutter contre cet affaiblissement brutal ou progressif de la teneur en sels, mais avec une vigueur telle que l'animal se maintient sans grandes difficultés en bon état et ce d'autant plus que les dilutions sont plus graduellement réalisées.

Vers la dilution 50% (avec une marge en plus ou en moins probablement assez grande et à préciser) existe un seuil physiologique d'autant moins facilement atteint que la dilution est elle-même plus lentement atteinte (ainsi que le montrent les graphiques) et dans ce cas avec une certaine latence. La Moule commence à accuser un fléchissement très net, indice d'un choc opératoire brutal ou bien d'une somme d'effets en apparence insignifiants ; quoi qu'il en soit ce fléchissement n'est pas durable, mais si la dilution s'accroît la Moule fait un effort supplémentaire moins accusé que dans la première phase (d'où relèvement de presque tous les graphiques). Cette réaction, qui parfois ressemble à un sursaut, a une efficacité limitée ; les mécanismes régulateurs se trouvent alors rapidement dépassés et la Moule s'achemine vers une issue fatale.

Tout ceci vient compléter les notions acquises précédemment et apporte un argument supplémentaire à l'opinion que j'avais formulée voici quelques années selon laquelle la Moule mérite d'être classée parmi les Invertébrés supérieurs. Nous verrons plus loin les incidences possibles de ce qui vient d'être acquis dans les divers domaines qu'embrasse la Biologie.

VIII — LA MOULE EN TUNISIE

1° Généralités — Historique

Parmi les Mollusques consommés en Tunisie, les Moules représentent les plus fortes quantités, c'est ainsi que pour 1954, la Régence a importé 128 tonnes de coquillages se décomposant ainsi :

Moules :	81 tonnes
Huîtres de Marseille.....	41 tonnes
— de Rouen	1 tonne
Coquillages divers	5 tonnes

Le Mollusque qui nous intéresse groupe donc les deux tiers des importations tunisiennes de coquillages, ces importations étant essentiellement destinées à la population d'origine européenne car les Musulmans ne mangent pratiquement pas de Moules, tout au moins pour le moment.

Il est à souhaiter, en premier lieu, que cette « huître du pauvre » soit l'objet d'une propagande intelligente afin que la consommation de ce Mollusque augmente et contribue à améliorer l'alimentation des populations de ce pays. Il faudrait en second lieu, que la Tunisie ne soit plus aussi étroitement tributaire de la production européenne et qu'elle puisse produire à bon compte des Moules qui ne demandent qu'à se développer afin d'apporter aux habitants du pays complément de calories.

Je ne reviendrai pas sur mes études préliminaires ni sur les travaux de divers biologistes qui se sont penchés sur ces problèmes car on y trouve de fort bonnes mises au point. Je me contenterai, pour les détails, de renvoyer à ces publications, mais il est indispensable de rappeler quelques notions de base.

La Moule, qui a une grande valeur nutritive, abrite parfois le célèbre « Cop rouge » (*Mitilicola intestinalis*) comme je l'ai constaté moi-même à plusieurs reprises. Elle se vend de 200 à 220 francs le kilog. au Marché Central de Tunis, alors que l'Huître se vend au moins 280 francs la douzaine (Portugaises).

Les Huîtres pesant de 700 à 900 grammes la douzaine, il est facile de constater que la Moule est beaucoup plus économique que l'Huître si l'on se base sur le rendement énergétique du Mollusque. C'est ainsi que pour 100 grammes de matière vivante on trouve.

Moule	Huître
eau : 82	82
protides : 11,25	7
lipides : 1,25	2
autres matières : 4,04	glucides : 4
sels minéraux : 1,30	1 à 2

De plus la coquille de l'Huître étant plus lourde que celle de la Moule, il y a dans le calcul des rendements nutritifs une nette supériorité de la Moule.

Ce Mollusque existe sur tous les points du littoral de la Régence ; il avait déjà été signalé par PALLARY dans le golfe de Tunis (*Mytilus galloprovincialis*, *Mytilus minimus*, 1914) ; on le trouve encore de-ci de-là sur les côtes rocheuses où il se fixe dans la zone de balancement des marées et jusqu'à plusieurs mètres au-dessous du niveau de la mer parmi les Algues qui recouvrent les rochers et les blocs. Il m'a été possible d'en ramasser, régulièrement découvertes du fait des mouvements de la mer, (vagues, marées), à la Goulette, au Cap Bon, vers le Rass Sid Ali el Mekki, vers Bizerte, etc. Comme sur les côtes méditerranéennes françaises la répartition est irrégulière car les Moules s'installent plus ou moins longuement et en plus ou moins grande abondance suivant la nature du fond, l'exposition aux vagues, la qualité de l'eau, etc. C'est pour ces diverses raisons qu'un simple ramassage n'aurait pas de rentabilité et serait très irrégulier, sans compter qu'une telle exploitation serait irrationnelle et risquerait d'aggraver les déprédations que les autochtones auraient la tentation de causer au fond et au littoral.

On n'a donc que la ressource de faire de la mytiliculture et pour cela il faut considérer en premier lieu les conditions à remplir.

2° Conditions d'établissement des parcs à Moules.

Je supposerai résolu le problème de base qui est celui des crédits nécessaires à l'équipement du pays.

La **première** condition a trait aux fonds: ceux-ci doivent permettre d'installer des piquets et des cordes car l'élevage ne pourra guère se faire, comme dans la région de Toulon ou dans l'étang de Thau, que sur cordes, les moulières à plat ne me paraissant pas devoir, en Tunisie ou tout au moins dans les zones littorales étudiées, retenir l'attention des éleveurs.

Il ne faut pas que les fonds soient trop durs car on aura des difficultés pour placer des piquets ; en sens inverse si les fonds sont vaseux les piquets ne tiendront pas.

S'il s'agissait de moulières à plat, le fond aurait encore plus d'importance car si un fond dur permet une meilleure fixation des Moules, un fond vaseux et surtout un fond herbeux représentent une gradation de plus en plus mauvaise, en particulier dans les endroits où la profondeur est faible et où les eaux (ce qui se rencontre couramment en Tunisie) ont tendance à s'échauffer l'été et où les Algues en putréfaction dégagent des gaz dangereux pour les Moules.

En me limitant au golfe de Tunis, je vois des fonds rocheux ou sablo-rocheux dans les parages de Porto-Farina (Rass et Tarf) où les grès calcaires du Villafranchien plongent dans la mer vers le sud, les profondeurs ne dépassant guère cinq mètres à 300 ou 400 mètres du rivage, et dix mètres à 1 km. environ. A l'extrémité Est du Rass et Tarf, la côte — 10 mètres se trouve à peine à 100 mètres du rivage, puis s'en détache notablement vers le Sud-Ouest en direction de la lagune de Sidi Ali el Mekki. Plus loin, les fonds deviennent sableux, vaseux et troubles sans aucun support solide pour la fixation naturelle des Moules, la profondeur y est très faible et ne facilite pas l'établissement de parcs répondant aux règles habituelles.

Donc en éliminant l'embouchure de la Medjerda et ses lagunes coupées de la haute mer par des flèches littorales, il n'existe guère que la portion Nord-Ouest du golfe de Tunis (Rass et Tarf) à permettre l'installation de parcs grâce à ses fonds relativement consistants et sa profondeur suffisante.

De cette région il faut sauter à celle de Gamart. Le Cap Gamart, situé entre une lagune, la Sebket er Riana et l'ancien îlot de Carthage, me paraît comporter lui aussi des fonds consistants avec du côté du versant Est la profondeur de 10 mètres à 800 mètres du rivage. Ensuite nous arrivons à la Marsa et au cap Carthage où le Tortonien et le Pontien se retrouvent sous l'eau avec pendage Ouest et où la dénivellation atteint — 10 mètres à 400 mètres seulement du bord de l'eau.

Quand on laisse la région du Cap Carthage on peut parcourir tout le littoral jusqu'à Sidi Raïs sans retrouver aucune des conditions de fonds signalées plus à l'Ouest. En effet, l'eau est très peu profonde (à la Goulette la pente est très faible : 0,5 % en moyenne), les agglomérations côtières sont nombreuses et les fonds sablo-vaseux, très facilement troublés par une faible agitation de l'eau. Donc toute la partie centrale du golfe est à éliminer. Pour retrouver des fonds rocheux, il faut continuer, après Sidi Raïs, en direction de Korbous où la côte est découpée, abrupte, formée par des grès de Numidie puis par du Vindobonien jusqu'à Kef el Khrof ; ici les fonds ne dépassent pas — 10 mètres à 100 mètres ou même à 50 mètres du bord de l'eau et il existe de nombreux points bien abrités, donc cette zone littorale me paraît particulièrement propice à l'établissement de parcs de mytiliculture dans le golfe de Tunis.

En poursuivant l'examen de la côte en direction de l'extrémité du Cap Bon on ne retrouve des conditions similaires à celles de la région de Korbous qu'un peu avant Sidi Daoud et ce jusqu'à Rass el Ahmar par Thonara et à Rass Addar (Cap Bon) ; la pente qui part du littoral est par endroits supérieure à 10 % et l'on y trouve de nombreux

se criques bien abritées, d'où grandes possibilités mytilicoles de ces points du Cap Bon si l'on considère uniquement les fonds.

Pour condenser les conditions du substratum, je ne verrais guère que quatre points possibles, de l'ouest à l'Est : Porto-Farina, Gamart, Rass el Fortass, Rass el Ahmar.

La **deuxième** condition a trait aux mouvements de la mer. Celle-ci est d'une mobilité surprenante dans le golfe comme sur toutes les côtes tunisiennes. La Méditerranée est une mer qui passe du calme plat à la houle en quelques heures et vice-versa. A ce point de vue-là, les vents dominants étant du Nord-Ouest, il est évident que des quatre zones citées ci-dessus, seules celles de Porto-Farina et de Gamart paraissent devoir retenir notre attention en premier. Les exploitations mytilicoles doivent être protégées car même dans des étendues aussi abritées que peut l'être la rade de Toulon, les parqueurs estiment qu'une certaine portion de leur récolte est emportée par les coups de mer ; d'autre part les vagues risquent de détacher les Moules bien que la solidité de leur byssus soit un sûr garant de leur fixation. Voilà pourquoi le lac de Bizerte a toujours été considéré comme répondant aux meilleures conditions d'établissement de parcs à Moules. Or si je suis d'accord avec ceux qui ont préconisé cette solution, j'estime qu'à l'époque actuelle les exploitations mytilicoles de Bizerte ne trouveraient plus les conditions réalisées il y a une quarantaine d'années notamment. En effet, le lac de Bizerte est appelé à une pollution au moins aussi grande que l'étang de Berre par suite de l'évolution de la base aéronavale française en base de l'O.T.A.N., les concentrations actuelles ou futures de navires de tous tonnages dans ce lac, le faible renouvellement des eaux, ainsi que les fuites ou vidanges de réservoirs ou de machines, de tous ces carburants : mazout, kérosène, etc, n'étant pas pour faciliter le travail des parqueurs ou améliorer les produits. Par ailleurs, si Bizerte n'est qu'à une soixantaine de kilomètres de Tunis qui est un des gros clients de la Régence, il ne faut pas oublier que les exploitations moulières établies nécessairement assez loin de toute agglomération devraient prévoir des livraisons lointaines par des pistes dont l'état est généralement déplorable et que connaissent bien tous ceux qui ont apprécié les voies de communication de ce pays. Donc, dans les circonstances actuelles, la mytiliculture dans le lac de Bizerte ne pourrait être étendue sans que l'on réalise des aménagements dont l'importance serait à calculer et à comparer à ceux nécessaires à la protection de parcs dans la région de Gamart par exemple.

On peut abandonner la lagune de Porto-Farina qui s'envase de plus en plus, d'où conclusion provisoire quant aux mouvements de la mer : Est de Porto-Farina et Gamart.

La **troisième** condition a trait aux débouchés possibles. Y a-t-il au voisinage des futurs parcs, des voies de communication satisfaisant à leurs besoins ? Pour cela, on répond nettement en examinant les points cités dans les lignes qui précèdent et leur proximité plus ou moins frappante de Tunis, centre ferroviaire, routier et aérien. La capitale, qui représente plus du neuvième de la population de la Régence me paraît être le seul centre à considérer à proximité duquel doivent se trouver rassemblées les ressources en coquillages, car pour ces denrées périssables, il faut éviter de longs délais

de livraison et des frais de transport trop élevés. Ici la politique de centralisation est certainement plus rentable que celle qui consisterait à éloigner les parcs de ce gros centre qu'est Tunis. Donc, qu'il s'agisse d'exploitations pour les besoins locaux ou d'exploitations pour l'exportation et la fabrication de conserves, il me paraît logique de préconiser dans l'ordre : Gamart, Korbous, Porto-Farina, Sidi-Daoud et à la rigueur Bizerte.

Les **autres** conditions : température (qui doit être comprise entre $+ 10^{\circ}$ et $+ 20^{\circ}$ centigrades), lumière et exposition à l'air (la Moule recherche une immersion à peu près constante qui lui donne un demi-jour favorable), salinité (la Moule est assez euryhaline ainsi que j'ai déjà eu l'occasion de le montrer, donc influence relativement peu importante du pH qui est ici assez élevé et constant) sont pratiquement bien réalisées dans les divers endroits mentionnés plus haut.

Tout ce qui précède : fonds, mouvements de la mer, voies de communication, température, lumière et salinité représente un ensemble déjà étudié en partie ou bien ne nécessitant que des considérations générales tant qu'on n'en est pas à la prospection concrète en vue de l'établissement d'une exploitation.

J'ai réservé un chapitre spécial à la teneur en matières dissoutes parce qu'elle constitue un élément nouveau dont l'importance n'est plus à démontrer.

3° Teneur en matières organiques dissoutes.

Si l'on veut observer une croissance régulière de la Moule, il faut que celle-ci trouve dans l'eau qui l'entoure des sels en quantité suffisante, une température et une agitation de l'eau satisfaisantes.

Parmi ces facteurs susceptibles d'études au laboratoire, j'ai déjà abondamment parlé du pH et de la température. Or si les affirmations anciennes suivant lesquelles la Moule doit disposer de 18 à 30 grammes de sels par litre pour avoir un développement optimum sont encore valables, il est certain que cette affirmation doit être complétée par la considération de la teneur en matières organiques. Déjà signalée à propos de divers coquillages ou même de la Moule, cette absorption n'a jamais été étudiée chez la Moule de façon systématique, ce que j'ai tenté de commencer en Tunisie.

A - Technique. — En prélevant en certains endroits de la côte tunisienne des échantillons d'eau de mer, j'ai appliqué avec quelques modifications de détail, la méthode préconisée par CHAUCHARD (1935) et que je résumerai de la façon suivante :

D'abord filtration de 100 centimètres cubes d'eau avec un filtre ordinaire en papier afin d'arrêter les particules de grosse taille et à ne laisser passer que les molécules dissoutes et les micelles à l'état d'hydrosol. J'obtiens ainsi une eau plus ou moins limpide suivant l'origine considérée, ce qui est parfois gênant pour les opérations postérieures. J'ajoute ensuite au ballon qui contient cette eau une solution de soude préparée à raison de 1 gramme pour 2 d'eau, ce qui précipite la magnésie ; celle-ci va se redissoudre vers la fin des manipulations, quand on retourne en milieu acide.

J'ajoute ensuite 10 centimètres cubes de MnO^4K d'une solution centinormale contenant 0,527 grammes par litre de MnO^4K qui permet de réaliser l'équivalence suivante : 1 centimètre cube correspond à 0,08 mg d'oxygène, après quoi je place le récipient dans un bain-marie bouillant durant dix minutes environ tout en agitant de temps en temps ; on peut alors considérer que les matières organiques sont oxydées. Puis je refroidis le récipient par immersion avec ménagements dans l'eau froide ce qui me permet d'arriver assez vite à une température de l'ordre de $+ 50^\circ$.

En poursuivant l'opération j'ajoute 10 centimètres cubes d'acide oxalique en solution équivalente à celle du MnO^4K et 5 centimètres cubes d'acide sulfurique à 1 gramme pour 3 d'eau. Ici MnO^4K joue un rôle de $\frac{N}{60}$ puisque, en solution acide

2 MnO^4K correspondent à cinq « oxygène » au lieu de trois en milieu alcalin ; 1 centimètre cube de la solution employée vaut alors 0,13 mg. d'oxygène et l'acide oxalique

devra être aussi $\frac{N}{60}$. Il est nécessaire d'agiter jusqu'à disparition du trouble occasion-

né par la magnésie et de la teinte rose avant de procéder au dosage ; car on arrive normalement à une solution incolore,, mais dans certains cas, même en agitant assez longtemps, on observe une teinte jaune persistante et gênante due semble-t-il à MnO^2 (qui en principe ne devrait pas apparaître) provenant de modifications du MnO^2 colloïdal ; il arrive même qu'une teinte faiblement rosée persiste assez longtemps avant que l'on puisse songer au dosage final.

Malgré tous ces inconvénients, j'ai pu arriver à des résultats satisfaisants dans tous les cas après quelques tâtonnements inévitables.

Pour doser l'acide oxalique en excès, j'utilisais une burette contenant du MnO^4K ; celui-ci est versé jusqu'à teinte rose persistante ; le nombre obtenu dans cette dernière phase est le nombre de centimètres cubes de MnO^4K réduits par les matières organiques contenues dans les 100 centimètres cubes d'eau utilisés au début. En effet, supposons que A représente le nombre de centimètres cubes de MnO^4K pris par la matière réductrice sur les 10 centimètres cubes du début, quand on ajoute B centimètres cubes d'acide oxalique il faut C MnO^4K pour saturer leur excès ; B d'acide oxalique correspond à D MnO^4K . Ces B d'acide oxalique équivalent donc à :

$$(10 - A) + C \text{ Mn } ^4\text{K}$$

$$(10 - A) + C = D$$

$$A = C + 10 = D$$

$$\text{Et si } B = D = 10 \text{ on a bien } A = C$$

Pour les doses citées dans les lignes qui précèdent A est au maximum égal à 10 centimètres cubes.

Or dans les endroits riches en matières organiques comme les ports, les sorties d'é-

gouts, les embouchures de fleuves, etc., on doit ajouter davantage de MnO_4K et la teinte rose disparaîtra au cours de l'ébullition ; il faut alors ajouter rapidement 10 centimètres cubes et, bien entendu, en fin de dosage ajouter 10 au chiffre obtenu.

Afin de pouvoir comparer mes recherches à celles d'autres auteurs, j'ai rapporté tous les résultats à un litre d'eau analysée, c'est-à-dire en multipliant par 10 les résultats précédents et je considère que les chiffres ainsi obtenus sont à peu de chose près comparables à ceux donnés notamment par CHAUCHARD.

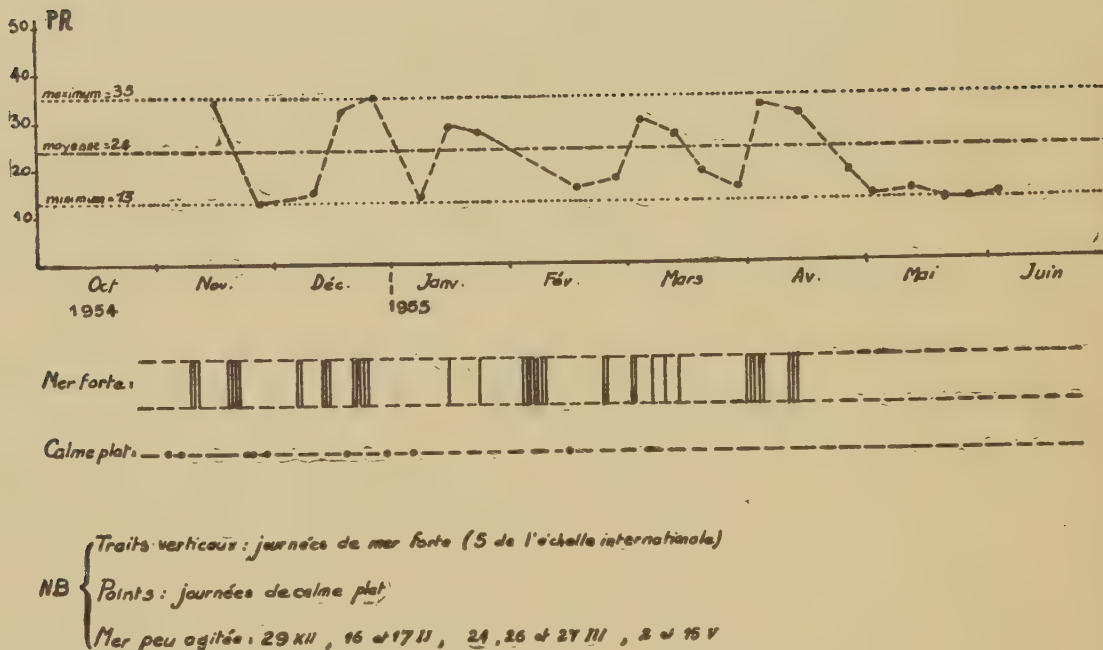
Par la technique décrite ci-dessus, on arrive à des mesures relatives ce qui est plus intéressant dans la pratique que les mesures absolues.

En général on constate que le pouvoir réducteur de l'eau de mer, exprimé en centimètres cubes de $MnO_4K \frac{N}{100}$ oscille entre 9 et 15 ; il descend rarement au-dessous de 9 et monte en mer libre jusqu'à 25 ou 30. En exprimant de cette façon le « pouvoir réducteur », c'est-à-dire la teneur en matières organiques, on a une donnée très intéressante dont le retentissement sur les modifications et la croissance des Mollusques pourra être mis en évidence.

B - Résultats. — Variations du pouvoir réducteur dans une station-type. — En prenant comme station-type la région de Carthage, j'ai trouvé les chiffres suivants (année scolaire 1954-1955) :

Tableau 47 Pouvoir réducteur à Carthage (1954-1955)

Date	PR	Date	PR	Date	PR
(1) _____		(2) _____		(3) _____	
15 XI 1954	34	23 I 55	28	5 IV 1955	33
25 XI 54	13	15 II 55	16	14 IV 55	31
10 XII 54	15	25 II 55	18	25 IV 55	19
17 XII 54	32			2 V 55	14
27 XII 54	35	3 III 55	30	12 V 55	15
		12 III 55	27	20 V 55	13
7 I 55	14	21 III 55	19	27 V 55	13
15 I 55	29	29 III 55	16	3 VI 55	14



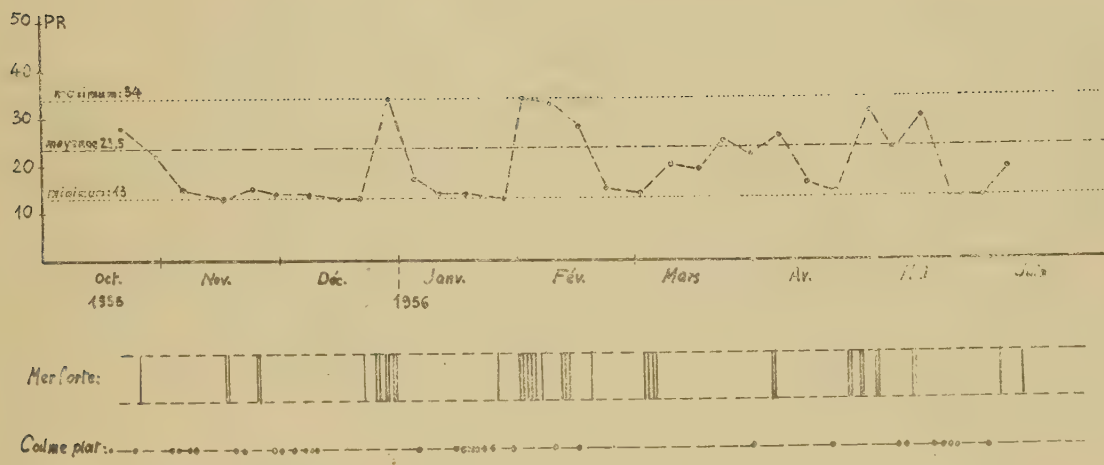
Pouvoir réducteur dans la station-type de CARTHAGE
(1954-1955.)

Fig. 62.

Des mesures de pouvoir réducteur effectuées régulièrement au cours de l'année scolaire 1955-1956 m'ont donné les chiffres suivants (tableau 48).

Tableau 48 Pouvoir réducteur à Carthage (1955-1956)

Date	PR	Date	PR	Date	PR	Date	PR
(1) _____		(2) _____		(3) _____		(4) _____	
20 X 55	28	21 XII 55	13	16 II 56	28	14 IV 56	16
30 X 55	22	28 XII 55	34	23 II 56	15	21 IV 56	14
6 XI 55	15	4 I 56	17	2 III 56	14	30 IV 56	31
15 XI 55	13	11 I 56	14	9 III 56	20	6 V 56	23
23 XI 55	15	18 I 56	14	16 III 56	19	13 V 56	30
30 XI 55	14	26 I 56	13	23 III 56	25	20 V 56	13
7 XII 55	14	2 II 56	34	31 III 56	22	29 V 56	13
14 XII 55	13	9 II 56	33	7 IV 56	26	5 VI 56	19



NB. { Traits verticaux : journées de mer forte (5 de l'échelle internationale)
 Points : journées de calme plat.
 Mer peu agitée : 13, 15, 16, 23, 29, 30, 31 XII et 2, 3, 4 IX.

*Pouvoir réducteur dans la station-type de CARTHAGE.
 (1955-1956)*

Fig. 63.

Le pouvoir réducteur semble varier relativement peu si l'on considère un laps de temps suffisamment court, par exemple les périodes allant du 25 novembre 1954 au 10 décembre 1954, du 3 au 12 mars 1955, etc. Mais il est probable que ces chiffres se modifient en fonction du temps, c'est ainsi que la mesure du pouvoir réducteur effectuée après une période de plusieurs jours de mer agitée, avec vent assez fort, m'a toujours donné un chiffre élevé par rapport à la période de calme précédente. L'examen du pouvoir réducteur 32 du 17 décembre 1954 correspond aux suites de l'agitation de la mer durant les 13, 14 et 15 décembre, est particulièrement démonstratif, mais il y en a d'autres que l'on découvre facilement en consultant les tableaux ci-dessus (47 et 48) et surtout les graphiques ci-après (fig. 62 et 63). Quand on compare les dates des prélèvements à celles où l'état de la mer a été noté on peut constater qu'un laps de temps de deux jours environ est le plus souvent nécessaire pour qu'il y ait répercussion de l'état de la mer sur le pouvoir réducteur ; la modification de ce pouvoir réducteur n'est donc pas immédiate, il faut plusieurs demi-journées pour qu'elle se réalise dans un sens ou dans l'autre. Il est évident qu'une agitation de faible durée, comme on en observe fréquemment sur les côtes de Tunisie (quelques heures de houle, puis la mer

devient calme ou l'inverse) n'a pas autant d'influence qu'une agitation portant sur plusieurs jours consécutifs.

J'opérais mes prélèvements moi-même le plus souvent à proximité du rivage et pour ce qui concerne cette station-type (Carthage) dans une zone littorale comprise entre Sainte-Monique et Salammbô, c'est-à-dire là où les habitations sont plus ou moins groupées et où les courants locaux amènent une proportion variable mais généralement assez forte de matières organiques.

Il ne m'a pas semblé utile, car je ne voulais avoir tout d'abord que des indications d'ordre général, de m'occuper de conditions météorologiques précises au moment considéré. J'appréciais moi-même l'état de la mer et je me contentais de faire presque toujours trois mesures de pouvoir réducteur pour un même prélèvement de 500 centimètres cubes environ. Je prenais la moyenne de ces trois mesures et c'est ce résultat qui figure en face de la date de chaque prélèvement.

N'ayant pu faire de mesures de pH que durant l'année scolaire 1955-1956, je n'essaierai d'envisager les rapports existant entre pH, pouvoir réducteur et température qu'en considérant les résultats concernant cette période et pour les stations du golfe de Tunis dont j'ai pu étudier les eaux.

La figure 62 appelle les remarques suivantes :

- 1 - Le pouvoir réducteur oscille de 13 à 35, avec une valeur moyenne de 24, c'est-à-dire assez élevée (égouts, agglomérations, etc.)
- 2 - Il y a des modifications dans un sens ou dans l'autre en un temps assez bref, à peu près deux jours ; à peu près aussi rapides dans le sens « calme » que dans le sens « agitation » de la mer.

Pour la figure 63, les observations sont un peu plus nombreuses :

- 1 - Le pouvoir réducteur oscille entre 13 et 34 ; valeur moyenne 13,5.
- 2 - Modifications dans le sens « calme » ou dans le sens « agitation » de la mer en un temps assez bref, à peu près deux jours.
- 3 - Les valeurs maxima du pouvoir réducteur sont, en gros, parallèles de l'agitation de la mer, les valeurs maxima accompagnant approximativement les journées de calme plat.
- 4 - Il est probable que les maxima observés au printemps (mars-avril) sont une conséquence de la poussée de phytoplancton de printemps ; le nanoplancton traverse aisément les filtres.
- 5 - Le maximum d'octobre pourrait être en rapport avec un maximum secondaire de plancton d'automne.

Les valeurs ainsi trouvées sont peu variables, ascillant autour du chiffre moyen et

ne s'écartant guère de cette valeur, dans le sens des augmentations ou des diminutions, qu'à la suite d'une tempête ou d'une série de journées de calme plat, ainsi qu'il ressort des graphiques ci-dessus ; dans chaque cas on observe un retard plus ou moins accusé.

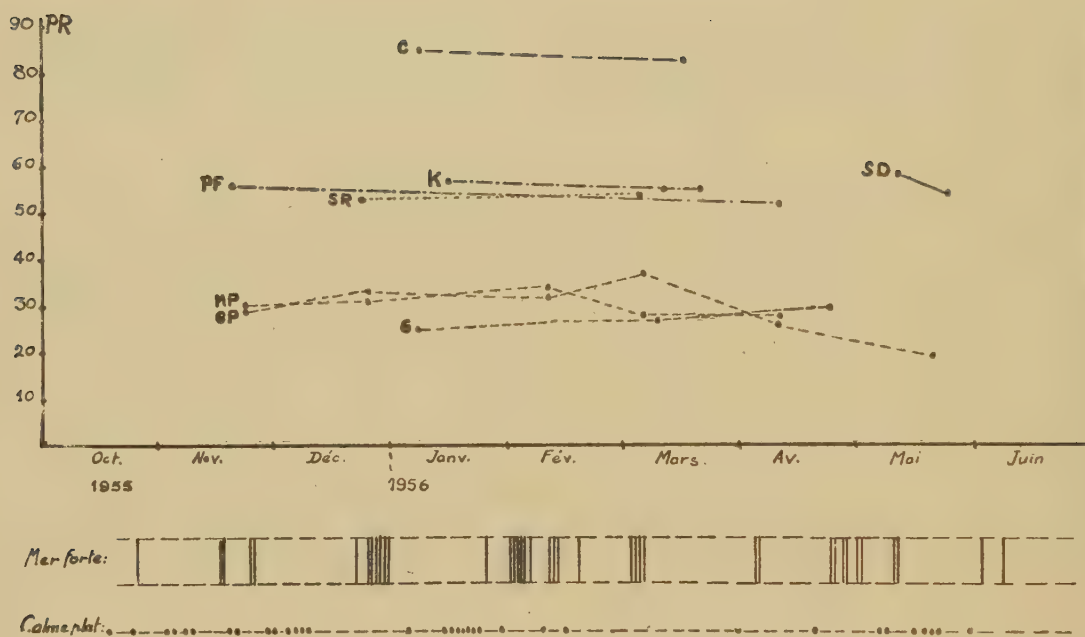
Il est certain que cette uniformité relative du pouvoir réducteur est en accord avec la faible importance des fonds occupés en bordure de la région citée et jusqu'à — 20 mètres environ par des herbiers à Posidonies puis par des faciès vaseux, en progressant vers le large.

En effet, il y a dans ces faibles épaisseurs d'eau, d'abondantes matières organiques résiduelles d'origine animale et végétale ainsi que du plancton ; l'ensemble contribue à assurer à ces régions littorales un pouvoir réducteur assez peu variable.

2 - Variations du pouvoir réducteur dans quelques stations du golfe de Tunis

Tableau 49 Pouvoir réducteur dans le golfe de Tunis 1955-56

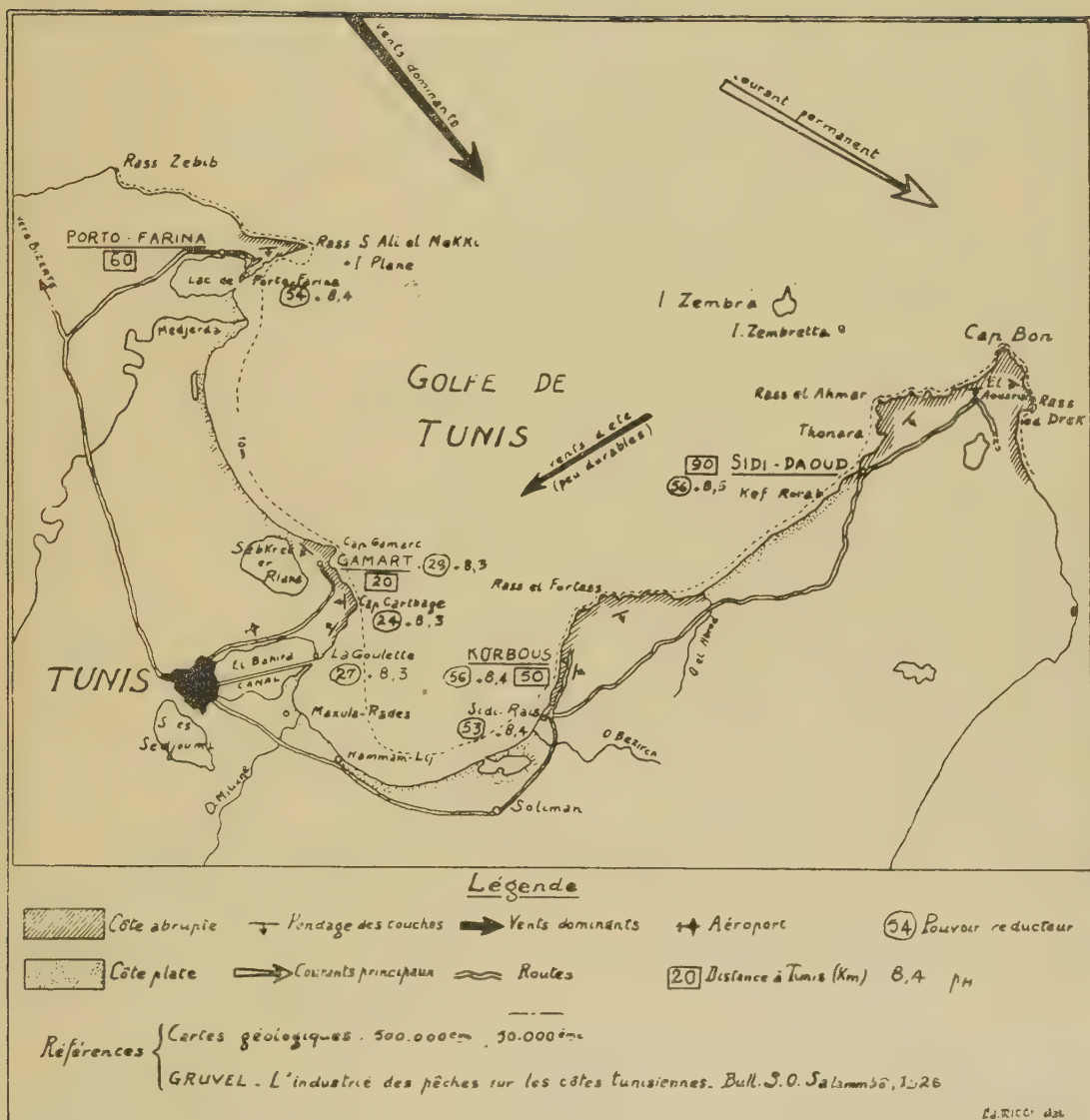
Porto-Farina	Gamart-Plage	Marsa-Plage	Goulette (jetée Est)
56 (19 XI 55)	29 (25 XI 55)	30 (id.)	25 (7 I 56)
52 (10 IV 56)	33 (27 XII)	31 —	27 (11 II)
	32 (9 I 56)	34 —	27 (12 III)
	37 (7 III)	28 —	29 (25 IV)
	26 (10 IV)	28 —	—
	19 (21 V)	—	—
pH : 8,4	8,3	8,3	8,3
Canal (Bac)	Sidi Raïs	Korbous	Sidi Daoud
85 (7 I 56)	53 (22 XII 55)	57 (15 I 56)	58 (10 V 56)
83 (15 III)	54 (5 III 56)	55 (12 III)	54 (25 V)
—	—	55 (20 III)	—
—	—	—	—
—	—	—	—
pH : 8,4	8,4	8,4	8,5



NB { Traits verticaux, points, mer peu agitée : Voir fig 63.
 PF: Porto Farina ; GP: Gamart plage ; MP: Marsa-plage ; G: la Goulette ; C: Canal ; SR: Sidi Raïs ; K: Karbous ; SD: Sidi Daoud

Pouvoir réducteur dans le golfe de TUNIS en 1955-1956.

Fig. 64



On peut traduire ces résultats de deux façons différentes, par graphiques (fig. 64) (dans le temps) et par carte (dans l'espace).

La considération de ces résultats appelle les remarques suivantes :

1. - Dans les diverses stations ci-dessus, le pouvoir réducteur est loin d'être le même. A Porto-Farina il est relativement élevé du fait de la proximité de la Medjerda, de la présence de nombreux herbiers et même de zones de putréfaction tel le port de Porto-Farina. Mais si le pouvoir réducteur est élevé il y a aussi des chances pour que la pollution des eaux soit grande, surtout si les eaux ne se renouvellent pas assez. Donc, il faudrait, dans tous les cas envisagés et maintenant que nous connaissons les valeurs du pouvoir réducteur, procéder à des examens systématiques des eaux au point de vue bactériologique afin de vérifier leur qualité.

Gamart-plage, qui est une petite agglomération balnéaire, a un pouvoir réducteur plutôt élevé dans l'ensemble, sa moyenne est supérieure à celle de Carthage, station-type que je n'ai plus fait figurer sur la figure 64 (d'ailleurs superposable à la figure 63).

Marsa-plage à proximité de Gamart, grosse agglomération en grande partie musulmane, offre des pouvoirs réducteurs sensiblement analogues aux précédents.

2 - A la Goulette (jetée Est) nous nous trouvons à l'entrée du canal balisé qui conduit à Tunis ; chose curieuse, malgré la proximité des égouts et des agglomérations voisines, le pouvoir de réduction n'est pas très élevé. J'en ai été surpris mais je me suis contenté d'enregistrer le fait, vérifié par les quatre prélèvements consécutifs. Sans doute faut-il expliquer cette baisse, toute relative, du pouvoir réducteur par rapport à Carthage, par l'existence de courants permanents qui longent le littoral et qui auraient tendance à rejeter les matières organiques de part et d'autre du canal maritime ou mieux, de préférence vers le Sud de ce canal. L'existence de tels courants, exagérés pendant les coups de noroît, susceptibles même de déplacer des bancs de vase dans ces zones peu profondes du littoral du golfe, ne paraît pas niable. A ce compte-là le côté Est du golfe semble plus riche, Porto-Farina mis à part, que le côté Ouest.

3 - A titre de complément d'information, j'ai dosé les matières organiques dans le canal où l'eau ne se renouvelle qu'assez peu souvent et je n'ai point été étonné de trouver 85 et 83 comme pouvoir réducteur de cette eau trouble. Notons en passant que je ne me suis pas occupé du pouvoir réducteur du « lac » de Tunis (El Bahira) car ce « cloaque souillé par tous les égouts de la ville » (MARCHAND, 1914) et plutôt mal-odorant ajouterai-je, n'a qu'une profondeur dépassant à peine un mètre vers son centre et bien que l'eau s'y renouvelle et entretienne l'étendue de cette lagune grâce aux perthuis de Khéreddine, de Radès et du canal Tunis-Goulette, il ne peut être utilisé pour y installer des exploitations mytilicoles.

4 - La côte ouest du Cap Bon est assez riche en matières organiques puisque je n'ai jamais trouvé au-dessous de 53 comme pouvoir réducteur dans les stations de Sidi-Raïs, Korbous et Sidi-Daoud.

On a donc dans cette partie du golfe, des conditions de nutrition meilleures que dans la partie Ouest, mais n'oublions pas les conditions de salubrité : de même que les plages Nord sont plus fréquentées que les plages Sud de Tunis par la clientèle humaine, de même je crois que les Moules trouveraient des matières nutritives à peine inférieures en quantité du côté de Gamart à celles qu'elles trouveraient du côté de Sidi-Daoud, mais avec, insistons-nous, les autres conditions réalisées de façon beaucoup plus satisfaisante.

5 - Les diverses mesures de pH que j'ai pu faire dans ces stations m'ont donné des chiffres similaires à quelques dixièmes près ; le pH le plus élevé a été trouvé à Sidi-Daoud (8,5), ensuite j'ai obtenu 8,4, partout ailleurs sauf à Gamart-plage, Marsa-plage, Carthage et la Goulette où le pH atteignait 8,3.

Cette variation du pH ne doit pas nous étonner puisque la salinité sur les côtes de Tunisie est sensiblement la même partout : 37,59 à Carthage, 37,74 à la Goulette par exemple ; d'autre part j'ai montré que la Moule pouvait supporter des variations de pH bien supérieures à celles qui existent dans le golfe de Tunis. Quant à la température, elle n'a jamais varié au-delà des limites dont j'ai parlé plus haut, par conséquent je n'ai pas jugé opportun d'en tenir compte dans cette étude. Je signale que le nombre total de mesures m'a paru insuffisant pour confirmer l'influence de l'agitation de l'eau sur le pouvoir réducteur.

M'étant borné volontairement au golfe de Tunis pour ne point disperser mes efforts, je ne peux que souhaiter une extension de ces recherches aux autres points du littoral susceptibles d'accueillir des parcs à Moules ; en l'occurrence un seul compte vraiment, c'est le lac de Bizerte ; mais d'ores et déjà les compléments rapportés dans les pages qui précèdent sont fort démonstratifs pour ce qui concerne le golfe de Tunis.

C - Importance du pouvoir réducteur. — D'après les résultats ci-dessus, il est prouvé que le milieu marin, dans le golfe de Tunis, offre une teneur en matières organiques suffisamment élevée pour que les Moules puissent prospérer, sous réserve d'un contrôle rigoureux de la salubrité.

En effet, ces matières organiques sont produites par le milieu marin, c'est-à-dire essentiellement par les Algues dont l'activité photosynthétique augmente notablement le pouvoir réducteur, par les déchets de la vie animale et aussi par les animaux morts qui se décomposent ; ces matières organiques semblent être mieux supportées et appréciées par la plupart des espèces habitant les eaux marines.

Dues également à des apports **terrigènes**, particulièrement abondants au voisinage des agglomérations littorales du golfe de Tunis et dans certains endroits où ils sont vraisemblablement amenés et accumulés par les courants littoraux, ces matières organiques contribuent à l'accroissement du pouvoir nutritif du milieu marin, tandis que dans d'autres (huiles, mazout...) peuvent être néfastes à certains organismes mais assez bien supportés par les Moules puisque j'en ai trouvé dans le canal de la Goulette à Tunis, dans les bassins de la Goulette et de Tunis où l'eau est très sale et offre en

maints endroits les irisations caractéristiques de la présence de matières huileuses.

Si FISCHER signale jusqu'à 165 de pouvoir réducteur comment s'étonner de 85 dans le canal de la Goulette à Tunis ? Il y a probablement aussi une chute de matières organiques sur le fond du canal, mais je n'ai pu m'occuper de la stratification des Moules de ce point de vue. Les dragages les plus récents tels que ceux de la drague à grande puissance « Ifrikiya » au cours de l'hiver 1955-56, ramènent des vases particulièrement gluantes et tendent à confirmer cette accumulation.

On sait, surtout depuis les travaux de RANSON sur les huîtres, que ces matières organiques jouent un rôle important dans la nutrition autant par la surface externe du corps que par le tube digestif. Sans revenir sur ces points qui ont été déjà évoqués ailleurs, je me bornerai à signaler que les Moules se fixent certainement là où elles trouvent les conditions optima de nutrition car FISCHER est partisan de la théorie de PUTTER : « ...la présence de matières organiques dissoutes provoque la prospérité de diverses espèces dans certains milieux littoraux. Il est bien probable que cette action favorisante est une action nutritive » (cité par CHAUCHARD (1935)).

Bien entendu, c'est le pouvoir réducteur qui intervient en premier chef dans les possibilités de prolifération des Moules, suivi du pH et de la température dont j'ai déjà dit qu'ils ne conditionnaient pas aussi étroitement que le pouvoir réducteur le développement des Moules. Celles-ci tolèrent d'assez larges variations de ces deux derniers facteurs, mais malgré leur rusticité se trouvent mieux d'un pouvoir réducteur élevé.

4° Avenir de la mytiliculture tunisienne.

Pour toutes les raisons qui précèdent, voici ce qui découle, en gros, des études que j'ai eu l'occasion de faire dans le Nord de la Tunisie, sous réserve d'examens plus détaillés si l'on voulait passer à la phase pratique.

1 - **Situation des parcs.** — Plusieurs régions offrent des possibilités ; en mettant de côté le lac de Bizerte, je ne vois guère que le golfe de Tunis qui puisse se prêter à une mytiliculture rentable, avec les points suivants dans l'ordre de préférence : Porto-Farina, Gamart, Rass el Fortass, Rass el Ahmar.

2 - **Type d'élevage.** — Je préconiserais l'établissement de moulières à plat ou de moulières sur cordes suivant les fonds, ce problème étant à résoudre une fois la zone prospectée en détail et compte tenu des investissements prévus.

3 - **Etablissement des parcs.** — Il faut, indépendamment des piquets et des cordes, prévoir le mouillage de blocs pour briser la violence des vagues et pour protéger les Mollusques tout en ayant un renouvellement suffisant de cette eau si riche en matières nutritives. C'est peut-être l'importance des travaux à réaliser, se traduisant par des engagements de capitaux élevés, qui risque de faire repousser par les services compétents du Gouvernement tunisien, l'établissement de parcs considérés « a priori » comme trop coûteux.

4 - **Ensemencement.** — Il est indispensable d'ensemencer « en force » (30 tonnes de naissain à l'hectare au moins) pour avoir un démarrage suffisamment productif. Ce naissain devra être amené d'Europe car on n'aurait pas sur place les quantités désirables.

5 - **Contrôle.** — Le démarrage assuré, il faudrait surveiller très sérieusement les progrès de l'exploitation en faisant appel aux compétences (ce qui n'est pas une boutade !) afin de pouvoir corriger les erreurs souvent inévitables et diminuer le plus possible les délais de production.

6 - **Production.** — Dans la phase de rendement du parc, être sûr de l'écoulement des produits par la taxation à l'entrée en Tunisie des Moules d'origine étrangère, par abaissement des prix de vente jusqu'à un minimum calculé et fabrication de conserves des Moules destinées à l'exportation au même titre que les conserves de thon ou de sardines.

Ces projets peuvent paraître audacieux. Ils ne sont pas irréalisables dans un pays fraîchement promu à l'indépendance et dont les élans pour assurer à ses ressortissants un niveau de vie plus élevé s'ils sont forts louables, ne peuvent que se heurter à des obstacles d'ordre pécuniaire. Je ne peux que souhaiter aux plans d'équipement et de modernisation du pays de prévoir la réalisation des projets qui me sont d'autant plus chers qu'ils évoqueront toujours pour moi le séjour dans une région très attachante pour qui que ce soit même en dehors de toute idée de mytiliculture.

CONCLUSIONS

Il reste maintenant à tirer des conclusions de tout ce qui précède.

I. — CARACTERES SEXUELS

1°) La Moule commune (*Mytilus galloprovincialis* Lmk) est un Mollusque unisexe chez lequel la répartition des sexes se fait de manière à peu près uniforme ; il n'y a en effet qu'une légère prépondérance (à peine supérieure à 10 %) en faveur des femelles.

2°) Un caractère de détermination est la couleur différentielle du manteau qui, chez la femelle est plus souvent orange ou brique que chez le mâle où il est plus fréquemment jaune ou blanchâtre.

3°) Chez la femelle le poids de la pulpe est légèrement supérieur à celui observé chez le mâle.

4°) Dans la majorité des cas, la pulpe (femelle ou mâle) a un poids supérieur à la coquille.

5°) Le poids de la coquille femelle est à peine inférieur à celui de la coquille mâle.

6°) La coquille femelle est, dans l'ensemble, un peu plus grande que la coquille mâle qui est, du reste, plus courte et moins large que celle de l'autre sexe.

7°) Des caractères similaires ont été mis en évidence chez *Mytilus edulis* L. où les femelles accusent une prépondérance de + 15 % sur les mâles ; les colorations palléales rappellent de très près celles qui ont été citées en 2° ; la pulpe femelle est à peine plus lourde que celle du mâle, cependant que les pulpes (femelles ou mâles) sont plus lourdes que les coquilles. Enfin les coquilles femelles ont un poids légèrement inférieur à celui des coquilles mâles, tout en ayant une longueur et une largeur supérieures à celles-ci.

II. — PROPORTIONS DE LA COQUILLE.

Il existe entre les trois dimensions principales de la coquille :

L (longueur) : mesurée du crochet à l'extrémité postérieure.

h (hauteur) : mesurée de la face dorsale à la face ventrale.

l (largeur) : mesurée de gauche à droite et d'une valve à l'autre.

les relations suivantes :

$$h = L \times 0,53$$

$$l = L \times 0,38$$

Chez Mytilus edulis les mêmes relations s'expriment ainsi :

$$h = L \times 0,456$$

$$l = L \times 0,380$$

et font ressortir la hauteur caractéristique de la coquille de la première espèce.

III. — POIDS DES VALVES.

La Moule, considérée comme un Mollusque isovalve, ne mérite plus ce qualificatif. En effet, les pesées portant sur de très nombreux individus font ressortir une différence de poids entre les deux valves telle que la valve droite pèse environ 4% de moins que la valve gauche. Donc ce Mollusque peut être qualifié d'**Anisovalve**.

Mytilus edulis est aussi un Anisovalve car la valve droite pèse environ 5% de moins que la valve gauche.

IV. — RESISTANCE AUX MODIFICATIONS DE SALINITE.

1°) Si la Moule est mise **brutalement** au contact d'une eau de mer étendue d'eau douce, elle s'adapte assez bien à ce changement de concentration saline jusque vers 70% d'eau de mer, mais si le milieu est plus dilué, cette adaptation se fait de plus en plus difficilement et même ne se fait plus du tout.

Les femelles paraissent d'abord plus plastiques que les mâles, mais ce sont ces derniers qui, avec la dilution croissante, paraissent un peu plus à leur aise que leurs compagnes.

Cette faculté d'adaptation est d'autant meilleure que la température est plus élevée (supérieure à +15° ; et en été), et à ce point de vue-là Mytilus edulis paraît tout de même s'adapter assez aisément même si la température ambiante est relativement basse.

Si le pH est modifié, les Moules s'adaptent de façon similaire, à condition toutefois que ce pH ne s'écarte pas trop du chiffre normal (8,3) avec une faible différence (cf. ci-dessus) en faveur des mâles ; ceci s'explique par une atténuation de la toxicité des ions H^{+} ou OH^{-} par les sels présents dans le milieu ambiant (effet tampon).

Les Moules ont tendance à ramener vers la neutralité le pH acidifié ou alcalinisé au début de l'expérience ; d'autre part elles s'adaptent d'autant mieux aux variations du milieu extérieur qu'elles sont en meilleur état au début des tentatives.

2°) Si les variations du milieu extérieur sont **lentes** (4 mois pour aller de l'eau de mer à une eau à peine salée) la Moule s'adapte beaucoup plus facilement à une baisse de la concentration saline et arrive même à tolérer assez mal un retour brusque en eau de mer.

La Moule est donc nettement un Mollusque **euryhalin**.

V. — VARIATIONS DE POIDS.

1°) Dans le cas des Moules mises **brutalement** au contact d'un milieu extérieur dessalé, on observe un accroissement rapide et notable du poids pendant les premières minutes, puis une baisse plus ou moins lente ; ces phénomènes sont d'autant plus accusés que la dilution du milieu extérieur est plus forte.

2°) Si l'on opère **lentement**, le poids augmente nettement (encore que faiblement) mais reste presque toujours au-dessus du poids initial, puis il baisse et en fin d'expérience est un peu inférieur au poids du début.

3°) En cas de milieu acidifié ou alcalinisé, les phénomènes sont identiques aux précédents quoique moins accusés.

VI. — TENEUR EN EAU.

Les variations de poids ci-dessus sont sensiblement parallèles aux modifications de la teneur en eau, ce qui laisse à penser que les phénomènes observés sont essentiellement dûs à des variations de la rétention d'eau des tissus de la Moule.

VII. — CONCENTRATION MOLECULAIRE.

Dans tous les cas de dilution du milieu extérieur, la concentration moléculaire du sang et des tissus de la Moule se modifie mais reste toujours supérieure à celle du milieu extérieur. L'hypertonie de la Moule permet de la classer dans les Invertébrés supérieurs.

VIII. — POUVOIR REDUCTEUR ET MYTILICULTURE.

En considérant le Nord de la Tunisie et plus particulièrement le golfe de Tunis, il paraît exister des conditions favorables à l'établissement de parcs à mytiliculture, d'autant que la teneur en matières organiques, s'exprimant en pouvoir réducteur, est assez élevée : de 13 à 85 avec une moyenne globale supérieure à 24. L'avenir de la mytiliculture en Tunisie est avant tout affaire de capitaux à y investir.

—————«»—————

Station Marine d'Endoume (Marseille)

Station Océanographique de Salammbô (Tunisie)

Laboratoire Arago (Banyuls)

BIBLIOGRAPHIE

ADOLPH (E.F.). — Some physiological distinctions between freshwater and marine organisms. *Biol. Bul. Wood's Hole*, 48, 1925, pp. 327-335.

AHRENS (W.). — Ueber das Auftreten von Nucleolenchromosomen mit endständigem Nucleolus in oogenese von *Mytilicola intestinalis*. *Verh. Deutsch Zool. Ges. Leipzig*, 41, 1939, pp. 396-398.

ALEXANDER (A.F.). — Pearl formation induced by a rotifer. *Ann. Jour. Sci.*, 237 (12), 1939 pp. 920-922, 1 fig.

ANDREU (B.) y ARTE (P.). — Experiencias previas sobre fijacion de larvas y crecimiento invernal de la ostra (*O. edulis*) joven en las rias gallegas (NW de Espana). *Publ. del Inst. Biol. Apl.* t XIX, abril de 1955, Barcelona, pp. 115-129.

ANDREWS (F.B.). — Resistance of marine animal of different ages. *Publs. Puget Sound Biol. Station Seattle*, 3, 1925, pp. 361-363.

ANDREWS (E.A.). — The snail, *Neritina Virginea* L., in a changing salt pond. *Ecology*, XXI, 3, 1940, pp. 335-346, fig. 2.

ANON. — Fishery Resources of the United States and its possessions (Fish and Wildlife Service). Senate Committee of Commerce 79. Congr. Doc. N° 51, Washington, 1946, pl. I-IV, pp. 1-135.

ATKINS (D.). — The moulting stages of the pea-crab (*Pinnotheres pisum*). *Journ. Marine Biol. Assoc.* 14 (2), 1926, pp. 475-493, 5 pl., 4 fig.

ATKINS (D.). — On abnormal conditions of the gills in *Mytilus edulis*. Part. II. Structural abnormalities, with a note on the method of division of the mantle cavity in normal individuals. *J. Mar. Biol. Ass. Plymouth*, 17, 2, 1931, pp. 489-543, pl. et fig.

AUDOUIN (J.). — La mytiliculture en baie de l'Aiguillon. *Sc. et Pêche. Bull. Inf. et docum. Off. Sc. et techn. Pêches marit.* n° 16, série C. 1954.

BAGGERMAN (B.). — Spatfall and transport of *Cardium edule* L. *Arch. néerl. zool.* 10, 1953, pp. 315-342, 6 fig.

BANET (E.). — Deux cas mortels d'intoxication par les moules. *C. R. Soc. Biol.* 16 mai 1911.

BARON (G.). — Etudes sur le plankton dans le bassin de Marennes. *Rev. des Trav. Office des Pêches* n° 42, 1938.

BASSEDAS (M.). — Sobre la presencia de *Mytilicola intestinalis* Steuer en Barcelona. *Publ. Inst. Biol. Apl. Barcelona*, 7, 1950, pp. 153-154.

BATTLE (H.). — Rhythmic sexual maturity and spawning of certain bivalve mollusk. *Contr. Canadian Biol. and Fish.* 7, 1932, pp. 255-276, 9 fig.

BEADLE. — The effect of salinity changes on the water content and respiration of marine Invertebrates. *J. Exp. Biol.* 8, 1931, pp. 211-227.

BECK (L.V.) et CHAMBERS (R.). — Peameability of Sanddollar ova and of *Modiolus* and *Mytilus* gills to various acids and their salts. *J. Exp. Biol. London.* 14, 3, 1937, pp. 278-289.

- BELIN (Dr V. M.). — Coquillages et fièvre typhoïde. P.U.F., Paris 1934.
- BELLINI (R.). — Les Mytilidæ du Golfe de Naples. *Ann. Soc. Roy. Zool. et Malacolog. de Belgique*, T. XLII, Bruxelles 1908, pp. 20-26.
- BENAZZI (M.). — Contributo alla fisiologia del movimento ciliare. L'influenza degli elettroliti. *Arch. Zool. Italiano*, 20, 1934, pp. 409-425.
- BENAZZI-LENTATI (G.). — Sul comportamento di particolare elementi delle branchie di molluschi durante la sopravvivenza (*Venus gallina*, *Mytilus edulis*). *Monit. Zool. ital. Firenze*, 51, 1940 pp. 233-248.
- BENAZZI-LENTATI (G.). — Appunti sulla fissazione e sulla colorazione di alcune sostanze cromotrope (colorazione metacromatiche). *Boll. Zool. Torino*, 11, 1940, pp. 33-40.
- BERG (W.E.). — Lytic effects of sperm extracts on the eggs of *Mytilus edulis*. *Biol. Bull. Wood's Hole*, 98, 1950, pp. 128-138.
- BERG (W.E.) et KUTSKY (P.B.). — Physiological studies of differentiation in *Mytilus edulis*. I. The Oxygen uptake of isolated blastomeres and polar lobes. *Biol. Bull.* 101 (1), 1951, pp. 47-61.
- BERNER (L.). — La reproduction des Moules comestibles (*Mytilus edulis* L. et *Mytilus galloprovincialis* Lmk) et leur répartition géographique *Bull. Inst. Océanogr. Monaco*, n° 680, 1935, pp. 1-8.
- BERNER (L.). — Les rapports de la flore algologique avec la mytiliculture, observations dans le golfe de Marseille. *Bull. Soc. Linn. Prov.*, VIII-IX, 1936.
- BERNER (L.). — La glande salivaire chez les Lamellibranches notamment chez *Mytilus galloprovincialis* Lmk. *Bull. Inst. Océanogr. Monaco*, n° 741, 1938.
- BERNER (L.). — Nutrition et infestation de la Moule de Provence (*Mytilus galloprovincialis* Lmk). *Bull. Inst. Océanogr. Monaco*, n° 778, 15 juillet 1939.
- BERNER (L.). — La croissance de la coquille chez les Gastéropodes. *Bull. Inst. Océanogr. Monaco*, n° 816, 10 février 1942.
- BERNER (L.). — Le peuplement des coques de bateaux à Marseille. *Bull. Inst. Océanogr. Monaco*, n° 858, 19 février 1944.
- BERRY S. STILLMAN. — On the supposed stenobathic habitat of the California sea-mussel. *California Fish and Game*, 40 (1) 1954, pp. 69-73.
- BERT (P.). — Mort des animaux d'eau douce que l'on immerge dans l'eau de mer. *C. R. Soc. Biol.*, 23, 1871, pp. 59-61.
- BERT (P.). — Mort de sanimaux d'eau douce que l'on immerge dans l'eau de mer. *C. R. Soc. Biol.*, 29, 1877, p. 100.
- BERT (P.). — Sur les phénomènes et les causes de la mort des animaux d'eau douce que l'on plonge dans l'eau de mer. *C. R. Ac. Sc.*, 73, 1871, pp. 382-385, pp. 464-467.
- BERT (P.). — Sur la cause de la mort des animaux d'eau douce que l'on plonge dans l'eau de mer et réciproquement. *C. R. Ac. Sc.*, 97, 1883, pp. 133-136.
- BERT (P.). — Animaux d'eau douce dans l'eau de mer. animaux d'eau de mer dans l'eau desalée. animaux d'eau de mer dans l'eau sursalée. *C. R. Soc. Biol.*, 37, 1885, pp. 525-527.
- BERTIN (L.). — Les grenouilles peuvent-elles s'adapter à l'eau saumâtre ? *C. R. Soc. Biol.*, 83, 1920, p. 1.038
- BEUDANT (F.S.). — Sur la possibilité de faire vivre des Mollusques d'eau douce dans les eaux salées et des Mollusques marins dans les eaux douces. *Ann. Chim. Phys.*, 2, 1816, pp. 32-41.
- BHATIA (D.). — The structure of the latero-frontal cells of the gills of *Mytilus edulis*. *Q. J. Microsc. Sci. London*, N.S. 70, 4, 1926 pp. 681-691, pl. XXXV.
- BOINET et OHMER. — Accidents produits par les coquillages marins. *Gazette des Hôpitaux*, 1910, p. 1.895.
- BOETTGER (C.R.). — Sur la présence prétendue de *Mytilus galloprovincialis* Lam. dans la

la Manche, et les modifications biologiques du genre *Mytilus*. *Bull. Lab. marit. St Servan*, V, 1930 18 pages, figures.

BOETTGER (C.R.). — Die Standortsmodifikationen der mediterranen Miesmuschel *Mytilus galloprovincialis* Lam. im Golf von Neapel. *Zool. Anz.* 91 (1/4), 1930, pp. 15-23, 1 fig.

BOETTGER (C.R.). — Untersuchungen über phänotypische Variationen mediterraner Napfschnecken (*Patella*). *Publ. Staz. zool. Napoli*, 12, 1933, pp. 337-371, pl. V.

BORDE (F.). — Etudes du plankton du bassin d'Arcachon, des rivières et du Golfe du Morbihan. *Rev. Trav.* n° 44, 1938.

BORCEA (I.). — Notes sur les moules et sur les faciès ou biocénoses à Moules de la région littorale roumaine de la Mer Noire. *Ann. Sci. Univ. Jassy*, 14 (1/2), 1926, pp. 129-139.

BORCEA (I.). — Action du froid et du gel sur la faune littorale de la Mer Noire. *Ann. Sci. Univ. Jassy*, 16 (3 et 4), 1931, pp. 751-759.

BOTTAZZI. — Pression osmotique du sang des animaux marins. *Arch. ital. Biol.* 28, 1897, pp. 61-72.

BOTTAZZI. — Sulla regolazione della pressione osmotica negli organismi animali. *Arch. di Fisiol.*, 2, 1905, 1906, p. 420.

BOUTAN (L.). — Etudes sur les perles fines et en particulier sur les nouvelles perles complètes de culture japonaises. *Bull. Stat. biol. Arcachon*, 1921, p. 5.

BOUTAN (L.). — La perle (Histoire de la Méléagrine et des Mollusques producteurs de perle). *Paris, Doin*, 1925.

BOUXIN (H.). — Influence de la variation rapide de la salinité sur l'oxygène chez *Mytilus galloprovincialis*. *Bull. Inst. Océanogr. Monaco*, t. 569, 1931, p. 1-11.

BOUXIN (H.). — Technique d'élevage de deux palourdes comestibles (*Tapes decussatus* L. et *Tapes pullastra* Wood). *Rev. Trav. Pêches Marit. Paris*, 9, 1936, pp. 101-112, pl. 1, 2.

BOUXIN (H.). — Evolution d'une moulière sur les plages de la Baie de la Forêt en 1934. Peuplement et destruction. *Bull. Soc. Zool. France*, t. LXII, 1937.

BRIEN (P.). — Guide des travaux pratiques de Zoologie, *Paris* 1947, pp. 218, fig. et pl.

BRIENNE (M.). — Etat du stock de Moules du Boulonnais. XIV^e Congrès national des Pêches et Industries maritimes, Boulogne s/mer, 18 au 23 juin 1952.

BROWN (C.H.). — Some structural proteins of *Mytilus edulis*. *Quart. J. micr. Sci.* 93, 4, 1952, pp. 487-502, 1 pl. 7 fig.

BRUCE (J.R.). — A pH method for determining the Carbon dioxide exchanges of marine, brackish water and freshwater organisms. *Brit. J. Exper. Biol. Edinburgh*, 2, 1924, pp. 57-64.

BRUCE (J.R.). — The respiratory exchange of the mussel (*Mytilus edulis* L.) *Biochem. Journ.* 20, 4, 1926, pp. 829-846, 4 fig.

BRUNEL (A.). — Sur la dégradation des substances d'origine purique chez les Mollusques Lamellibranches. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 206, 11, 1938, pp. 858-860.

BRUNI (A.). — Molluschi eduli e febbri tifoidi in Messina. *Atti Acc. peloritana Messina* (N.S.) 41, 1939, pp. 256-264, 2 tab. et graph.

BUCQUOY, DAUTZENBERG et DOLLFUS. — Les Mollusques marins du Roussillon, *Paris*, 1892-1893, 2 vol. et 2 atlas de 165 pl.

CALLAMAND (O.). — Euryhalinité et stabilité du pH sanguin chez les poissons. *Bull. Inst. Océanogr. Monaco*, 799, 12 juin 1941.

CALLERY et PORTIER. — Influence des pressions élevées sur les phénomènes osmotiques. *C. R. Soc. Biol.*, 69, 1910, p. 245.

CALUGAREANU. — Etudes physico-chimiques sur le sang de l'Anodonte et sur la perméabilité des membranes de cet animal. Réunion biol. de Bucarest, 18 février 1915. *C. R. Soc. Biol.* LXXVIII, p. 209.

CARSON (R.L.). — Food from the sea. Fish and shellfish of New England. *Conserv. Bull. Bur. Bid. Surv. Washington*, 33, 1943, pp. 1-74, 34 fig.

CAULLERY (M.). — Effets des grands froids sur les organismes de la zone intercotidale dans le Boulonnais. *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 54, 1929, pp. 27-269.

CEPEDE (C.). — Note sur la faune et la flore des quais et bateaux de Boulogne s/mer. *Ann. Inst. Océanogr. Monaco*, t. III, fasc. 5, 1952.

CHAMBOST (L.). — Essai sur la région littorale dans les environs de Salammbo. *Bull. Stat. Océanogr. Salammbo*, 8, avril 1928.

CHATELET (C.). — Description d'une monstruosité de *Mytilus galloprovincialis* Lmk. *Bull. Soc. Linn. de Provence*, I, Marseille, 1913, pp. 150-151.

CHAUCHARD (P.). — Les facteurs de variation du pouvoir réducteur de l'eau de mer (Etude comparative de la teneur des eaux marines en matières organiques dissoutes). *Ann. Inst. Océanogr. Monaco*, t. XV, fasc. 3, 1935.

CHENIKAEVA (E.J.) et SHAMARINA (N.M.). — Cholinesterase in muscles of Mollusca and Echinodermata (Russian with English summary). *Bull. Acad. Sci. URSS, sér. Biol.* 1, 1943, pp. 7-12.

CHIPPERFIELD (P.N.J.). — Observations on the breeding and settlement of *Mytilus edulis* L. in British waters. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, 32, 1953, pp. 449-476, 8 fig.

CLARK (G.L.). — Poisoning and recovery in Barnacles and Mussels. *Biol. Bull. Wood's Hole*, 92, 1947, pp. 73-91, graph. et tabl.

COLLOQUE du COP ROUGE. — Rapp. Off. Sc. Pêches, mars 1951, fasc. 2.

COE (W.R.). — Season of attachment and rate of growth of sedentary marine organisms at the pier of the Scripps Institution of Oceanography, La Jolla, California. *Bull. Scrips Inst. Oceanogr. Berkeley. Techn. Serv.* 3, 3, 1932, pp. 37-74, pl. I-VI.

COE (W.R.). — Nutrition and growth of the California Bay-Mussel (*Mytilus edulis diegensis*). *J. exp. Zool. Philadelphia*, 99, 1, 1945, pp. 1-14, graph.

COE (W.R.). — A resurgent population of the California Bay-Mussel (*Mytilus edulis diegensis*). *J. Morph. Philadelphia*, 78, 1, 1946, pp. 85-100, pl. 1-2.

COE (W.R.) et FOX (D.L.). — Influence of temperature, food supply and age on the rate of growth of the California sea-mussel (*Mytilus californianus*). *Anat. Rec. Philadelphia*, 81, 1941, Ab s. n° 249, p. 127.

COOPER (J.E.). — Pearls in *Mytilus edulis*. *J. Conchyl. London*, 19, 1932, 8 pp., 259.

CORDIER (P), MAGNE (H.) et MAYER (A.). — Anaérobiose et intoxication carbonique. *Ann. Physiol.*, 3, 1927, p. 791.

COTTE (J.). — Quelques anomalies observées au cours de séances de travaux pratiques. *C. R. Ass. franç. Av. Sci., Rouen*, 45, 1921, pp. 722-723.

CURTIS (B.). — Mussel poisoning on the Pacific Coast (from Calif. Fish and Game 29 : 151). *Nautilus Philad.* 57, 2, 19, 1943, p. 70.

DANIEL (R.J.). — Seasonal changes in the chemical composition of the mussel (*Mytilus edulis*) (concluded). *Proc. Trans. Liverpool Biol. Soc.*, 37, 1923, pp. 85-108, pl. I-VI.

DANIEL (R.J.). — The effects of starvation on the common mussel (*Mytilus edulis*). *Proc. Trans. Liverpool Biol. Soc.* 39, 1925, pp. 126-168.

DANIEL (R.J.). — Distribution of Ascorbic acid in the common Mussel (*Mytilus edulis* L.). *Proc. Liverpool Biol. Soc.*, 57, 1950, pp. 5-16, fig.

DANIEL (R.J.) et DORAN (W.). — Some chemical constituents of the mussel (*Mytilus edulis*). *Biochem. Journ. Cambridge*, 20, 1926, pp. 676-184.

DAUTZENBERG. — Mollusques recueillis sur les côtes de Tunisie. *Mém. Soc. Zool. France*, t. VIII, 1895, pp. 363-373.

DIEDERICH'S. Beitrage zur Physiologie des Muschelherzens. *Zool. Jahrb. Jena (Allg. Zool.)*, 55, 1935, pp. 231-280, fig.

DIGNAC. — Ostréiculture, mytiliculture et culture des coquillages dans la Loire-Inférieure. *C. R. Ass. franç. Av. Sci.*, 59, 1935, pp. 319-328.

DODGSON (R. W.). — Report on mussel purification. *Min. Agric. et Fish. Invest. Ser. II*, 10 (1) 1938, pp. 1-498, 15 pl., 9 fig., 3 cartes. H. M. Stationery Office, London.

DUBOIS (R.). — Sur les accidents produits par l'ingestion de coquillages crus. Rapp. trav. scient. subvent. Caisse Rech. Scient., 1904.

DUBOIS (R.). — Contribution à l'étude des perles fines, de la nacre et des animaux qui les produisent. *Ann. Univ. Lyon*, 1909.

DUBOIS (R.). — Recherches sur la pourpre et sur quelques autres pigments animaux. *Arch. Zool. expér. et gén.*, 5me série, II, 1909.

DUBOIS (R.). — La clasmotose coquillière et perlière ; son rôle dans la formation de la coquille des mollusques et des perles fines. *C. R. Acad. Sci.*, CLIV, 4 mars 1912, p. 667.

DUVAL (M.). — Recherches physico-chimiques et physiologiques sur le milieu intérieur des animaux aquatiques. *Ann. Inst. Océanogr.*, t. II 1925, pp. 233-407.

ELLENBY (C.). — A Copepod parasite of the Mussel new to the British Fauna. *Nature, London*, 159, 1947, pp. 645-646.

ENGLE (J.B.) et LOOSANOFF (V.L.). — On season of attachment of larvae of *Mytilus edulis*. *Linn. Ecology, Brooklyn*, 25, 4, 1944, pp. 433-440.

FIELD (I.A.). — Biology and economic value of the sea mussel *Mytilus edulis*. *Bul. Bur. Fish. Washington*, 38, 1923, pp. 127-259, pl.

FISCHER (E.). — Sur la faune littorale, du faciès rocheux en particulier, dans un milieu à salure très variable. *Bull. Inst. Océanogr. Monaco*, n° 511, 1928.

FISCHER (E.). — Recherches de bionomie et d'océanographie littorales sur la Rance et le littoral de la Manche. *Ann. Inst. Océanogr. Monaco*, t. V, fasc. 3, 1929.

FISCHER (P.H.). — Lamellibranches fixés sous l'abdomen d'un crabe. *Journ. Conchyliol.*, 74 (1), 1930, pp. 39-44, 4 fig.

FISCHER (P.H.). — Crustacés porteurs de Lamellibranches. *Journ. Conchyliol.*, 77, 1934, pp. 503-504.

FISCHER (P.H.). — Résistance à l'exondation chez quelques Mollusques marins. *Journ. Conchyliol.*, 83 (1), 1939, pp. 35-38.

FISCHER (P.H.). — Données sur la résistance et la vitalité des Mollusques. *Journ. Conchyliol.*, 88, 1948, p. 100.

FISCHER (P.H.). — Vie et mœurs des Mollusques. *Payot*, 1950.

FISCHER (P.H.). — Mode de fixation des Moules dans la baie du Pouliguen. *Journ. Conchyliol.*, 93 (3), oct. 1953, pp. 104-106.

FISCHER (P.H.). — Les Mollusques et leurs milieux de vie. *Journ. Conchyliol.*, 93 (4), déc. 1953, pp. 121-154.

FISCHER-PIETTE (E.). — Sur la pénétration des diverses espèces marines sessiles dans les estuaires et sa limitation par l'eau douce. *Ann. Inst. Océanogr. Paris*, 10, 1931, pp. 217-243.

FISCHER-PIETTE (E.). — Sur la répartition de quelques espèces marines sessiles le long des côtes et dans les îles de la Manche. *C. R. Soc. Biogéographie, Paris*, 9, 74, 1932, pp. 33-44.

FISCHER-PIETTE (E.). — Nouvelles observations sur l'ordre d'euryhalinité des espèces littorales. *Bull. Inst. Océanogr., Monaco*, n° 619, mai 1933.

FISCHER-PIETTE (E.). — Le contour géographique des côtes françaises et anglaises de la

Manche et la répartition de *Mytilus edulis* et *Balanus perforatus*. *C. R. Soc. Biogéographie, Paris*, 10, 86, 1933, pp. 70-71.

FISCHER-PIETTE (E.). — Histoire d'une meulière. Observations sur une phase de déséquilibre faunique. *Bull. Biol. Fr. et Belg.*, 69, 2, 1935, pp. 153-177, fig. pl.

FISCHER-PIETTE (E.). — Sur la croissance et la longévité de *Patella vulgata* L. en fonction du milieu. *Journ. Conchyliol.*, 83 (4), 1939, pp. 303-310, graph.

FISCHER-PIETTE (E.). — Croissance, taille maxima et longévité possible de quelques animaux intercotidaux en fonction du milieu. *Ann. Inst. Océanogr. Monaco*, t. XXI, fasc. 1, 1941, pp. 1-28.

FISCHER-PIETTE (E.). — Répartition de quelques mollusques intercotidaux communs le long des côtes septentrionales de l'Espagne. *Journ. Conchyliol.*, 93 (2), 1953, pp. 39-73.

FLORKIN (M.). — La fonction respiratoire du milieu intérieur. *Ann. physiol.*, 10, 1934, p. 559.

FOX (D.L.). — Emulsin in certain marine invertebrates and micro-organisms. *Biochem. Journ.* 28 (5), 1934, pp. 1674-1677.

FOX (D.L.) et COE (W.R.). — Biology of the California sea-mussel (*Mytilus californianus*). II. Nutrition, Metabolism, Growth and Calcium deposition. *J. exp. zool. Philadelphia*, 93, 2, 1943, pp. 205-249, graph. et tabl.

FOX (D.L.), SVERDRUP (H.U.) et CUNNINGHAM (J.P.). — The rate of water propulsion by the California mussel. *Biol. Bull.* 72 (3), 1937, pp. 417-438, 4 fig.

FOX (D.L.) et YOUNG (R.T.). — Commensalism between a marine mussel, an Anemone and several other organisms. *Nature London*, 139, 3525, 1937, pp. 882-883.

FOX (H.M.). — Lunar periodicity in reproduction. *Proc. Linn. Soc. London*, B 95, 1923, pp. 523-550.

FREDERICQ (L.). — Influence du milieu extérieur sur la concentration saline du sang chez quelques animaux aquatiques. *Bull. Acad. Roy. Belg.*, 4, 1882, p. 209.

FREDERICQ (L.). — Influence du milieu ambiant sur la composition du sang des animaux aquatiques. *Arch. Zool. expér. et gén.*, 2ème série, 3, 1884, p. 34.

FREDERICQ (L.). — Sur la physiologie de la branchie. *Arch. Zool. expér. et gén.*, 2ème série, 9, 1891, pp. 117-123.

FREDERICQ (L.). — Sur la perméabilité de la membrane branchiale. *Bull. Acad. Roy. Belg.*, 1901, pp. 68-70.

FREDERICQ (L.). — Sur la concentration moléculaire du sang et des tissus des animaux aquatiques. *Arc. Biol.*, 20, 1904, pp. 709-730.

FREDERICQ (L.). — Sur la concentration moléculaire des tissus solides chez les animaux aquatiques. *Arch. intern. de Physiol.*, 11, 1911, pp. 24-28.

FREDERICQ (L.). — Action du milieu marin sur les Invertébrés. *Arch. intern. de Physiol.*, 19, 1922, pp. 309-351.

FRETTER V.). — Experiments with radioactive strontium (90 Sr) on certain molluscs and polychaetes. *Journ. Marine Biol. Assoc. U. K.*, 32(2), 1953, pp. 367-384.

FROUTIN (G.H.). — Etude du tissu conjonctif des Mollusques et plus particulièrement des Lamellibranches et des Gastéropodes. *Arch. Morph. gén. exp.*, Paris, 30, 1937, pp. 7-163, fig., pl. I-VI.

FURTH (O.). — Die Anpassung mariner Organismen an das Seewasser. *Vergleich. Chem. Physiol. d. niederen Tieren*, 1903, pp. 618-621.

GARREY (W.E.). — The osmotic pressure of sea-water and the blood of marine animals. *Biol. Bull.*, 8, 1905, pp. 257-270.

GEESTERANUS (R.A.M.). — On the formation of banks by *Mytilus edulis* L. *Arch. neerl. Zool.*, 6, 1942, pp. 283-326, fig. et tabl.

GEORGE (W.C.). — The digestion and absorption of fat in Lamellibranches. *Biol. Bull. Wood's Hole*, 102, 1952, pp. 118-127.

GIRARD (P.). — Recherches expérimentales sur le mécanisme physico-chimique de l'hémi-perméabilité des cellules vivantes aux électrolytes. *Journ. Physiol. et Pathol. gén.*, 12, 1910, pp. 471-483.

GIRARD (P.). — L'osmose aux points de vue physique et biologique. *Journ. Physiol. et Pathol. gén.*, 13, 1911, pp. 359-371.

GILSEN (T.). — Physiographical and Ecological investigations concerning the Littoral of the Northern Pacific. *Acta Univ. Lund.*, 39, 5, 1944, pp. 1-63, 7 fig., pl. I-IV.

GIUDICE (P.L.). — Molluschicoltura ostricoltura, Mitilicoltura. *Boll. Pesca, Piscicoltura, Idrobiologia, Roma*, 9, 1933, pp. 782-790.

GOMPEL (M.). — Recherches sur la consommation d'oxygène de quelques animaux aquatiques littoraux. *Ann. Physiol. et Physicochim. Biol.*, 14 (5), 1938, pp. 914-932.

GOMPEL (M.). — Nature des échanges chez certains animaux marins découverts à marée basse. *AAn. Physiol. et Physicochim. Biol.*, 14 (5), 1938, pp. 932-943.

GRAHAM (H.W.) et GAY (H.). — Season of attachment and growth of sedentary organisms at Oakland, California. *Ecology, Brooklyn*, 26, 4, 1945, pp. 375-386.

GRAY (J.). — The properties of an intercellular matrix and its relation to electrolytes. *British Journ. Exp. Biol.*, 3 (3), 1926, pp. 167-187, 7 fig.

GRAY (J.). — The mechanism of ciliary movement. V. The effect of ions on the duration of beat. *Proc. Roy. Soc. London*, B 99 (698), 1926, pp. 398-404.

GREGOIRE (C.), DUCHATEAU (G.) et FLORKIN (M.). — La trame protidique des nacres et des perles. *Ann. Inst. Océanogr.*, Nlle série, t. XXXI, fasc. 1, 1955.

GRUVEL (A.). — L'industrie des pêches sur les côtes tunisiennes. *Bull. Stat. Océanogr. Salam mbô*, n° 4, 1926.

GRUVEL (A.). — Etude sur les lagunes de la côte occidentale du Maroc. *Faune Colon. franç.*, Paris, 4, 1931, pp. 559-596, pl. I-IV, cartes.

GUERIN-GANIVET (J.). — Notes préliminaires sur les gisements de Mollusques comestibles des côtes de France. *Bull. Inst. Océanogr. Monaco*, n° 105, 1907, n°s 131 et 139, 1909, n°s 154 et 155, 1909, n°s 170 et 178, 1910, n°s 195, 203 et 217, 1911.

GUEYLARD (F.). — De l'adaptation aux changements de salinité. Recherches biologiques et physico-chimiques sur l'Épinoche (*Gasterosteus Leirurus* Cuv. et Val.), Thèse, Paris 1924.

HAAS (A.R.). — The permeability of living cells to acids and alkalies. *Journ. Biol. Chem.*, 27, 1916, pp. 225-232.

HAAS (F.). — The habits of life of some West Coast bivalves. *Nautilus Philad.*, 56, 1, 1942, pp. 30-33.

HARANGHY (L.). — Experimentelle Beiträge zur Kenntnis der Wasserreinigungs- und Wasserklarungswirkung der Seemuscheln. *Pubb. Staz. Zool. Napoli*, 17, 1938, pp. 58-91, graph., fig., tabl.

HARVEY (H.W.). — Chimie et Biologie de l'eau de mer (trad. de l'anglais par C. F. Bœuf et C. Lalou). *P. U. F.*, 1949.

HATT (P.). — L'absorption d'encre de Chine par les branchies d'acéphales. *Arch. Zool. Exp. et Gén.*, 65 (4), 1926, pp. 89-95, 4 fig.

HAYASI (K.). — On the simultaneous change in chemical composition of sea water and *Mytilus crassiresta* Lischke, influenced by season. *Proc. Fifth Pan. Pacif. Sci. Congr.*, 3, 1934, pp. 2069-2071, carte.

HERPIN (R.). — La flore et la faune d'un vieux bateau. *Bull. Inst. Océanogr. Monaco*, n° 682, 20 août 1935.

HEWATT (W.G.). — Ecological succession in the *Mytilus californianus* habitat as observed in Monterey Bay, California. *Ecology Brooklyn*, 16 2, 1935, pp. 224-251, fig et carte.

- HEINTZ (A.). — Blaskjell pa Spitzbergen. *Norsk. Geol. Tidsskr.*, 9 (1), 1926. pp. 74-76, 1 fig.
- HEDT (H.). — Observations sur la ponte che la Moule (*Mytilus galloprovincialis* Lmk) et l'émission des produits sexuels mâles chez la Palourde (*Tapes decussatus* Forbes et Hanley). *Bull. Soc. Sc. Nat. Tunisie*, t. v., fasc. 1, 2, 3, 4, 1952.
- HINARD (G.). — Ostreiculture et mytiliculture en Hollande et en Angleterre. *Rev. Trav. Pêches Marit. Paris*, 3, 1930, pp. 187-208.
- HIRSH-SCHWEIGGER (E.). — Uber Kulturversuche mit Muscheln. *Zool. Anzeiger Suppl.* 2, 1926, pp. 159-162.
- HOPKINS (H.). — Catalase and oxidative processus in animal tissues as possible factors in adaptation. *Biol. Bull. Wood's Hole*, 67, 1934, pp. 115-125.
- HUKUDA (K.). — Change of weight of marine animals in the diluted media. *J. exp. biol.* 9, 1932, pp. 61-68.
- HUMPHREY (R.R.) et MACY (R.W.). — Observations on some of the probable factors controlling the size of certain tide pool snails. *Pub. Puget Sd. Mar. Biol. Sta.*, 7, 1930, pp. 205-215.
- HUNSTMAN A.G.) et SPARKS (M.J.). — Limiting factors for marine animals. I. Lethal effects of sunligh, n° 4, pp. 83-93. II. Resistance of larval lobsters to extremes of temperatures, n° 5, pp. 91-93. III. Relative resistance to high temperatures, n° 6, pp. 97-114. *Contr. Canad. Biol. Ottawa*, NS 2, 1924.
- IWATA (K.S.). — Spawning of *Mytilus edulis* (5)...A method to obtain mature eggs from mantle piece. (In Jap. with English summary). *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 17 (1), 1951, pp. 15-18.
- IWATA (K.S.). — Spawning of *Mytilus edulis* (7). Acid inhibition of spawning by KCl. (In Jap. with English summary). *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 17 (3), 1951, pp. 91-93.
- IWATA (K.S.). — Spawning of *Mytilus edulis* (6). Discharge by alkali treatment. (In Jap. with English summary). *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 17 (6), 1951, pp. 157-160.
- IWATA (K.S.). — Mechanism of egg maturation in *Mytilus edulis*. *Biol. Journ. Okayama Univ.*, 1 (1/2), 1952, pp. 1-11.
- JARDIN (F.) et YZAMBART (C.). — Recherches sur la pollution des eaux marines par les égouts urbains. *Rev. Trav.*, n° 42, 1938.
- JOLYET (F.) et REGNARD (P.). — Recherches physiologiques sur la respiration des animaux aquatiques. *Arch. Physiol.*, 4, 1877, pp. 44-62 et 584-633.
- JONES (S.). — Observations on the bionomics and fishery of the brown mussel (*Mytilus* sp.) of the cape region of peninsular India. *J. Bombay nat. Hist. Soc.*, 49, 1950, pp. 519-528, 2 p., carte.
- JORGENSEN (C.B.). — The rate of feeding by *Mytilus* in different Kins of suspension. *J. Mar. biol. Ass. Plymouth*, 28, 2, 1949, pp. 333- 343, 3 fig., tabl.
- JORGENSEN (C.B.). — Feeding-rates of Sponges, Lamellibranchs and Ascidians. *Nature London*, 163, 4154, 1949, p. 912.
- JORGENSEN (C.B.). — Efficiency of growth in *Mytilus edulis* and two Gastropod veligers. *Nature, London*, 170, 714, 1952.
- JORGENSEN (C.B.) et GOLDBERG (E.D.). — Particle filtration in some ascidians and lamellibranchs. *Scripps Inst. Oceanogr., La Jolla, California. Biol. Bull.* 105 (3), 1953, pp. 477-489.
- JOUBIN (L.). — Etudes sur les gisements de Mollusques comestibles des côtes de France. *Bull. Inst. Océanogr. Monaco*, n° 59, 1906, n° 87, 1907, n°s 115 et 116, 1908, n°s 136 et 141, 1909, n°s 172 et 174, 1910, n° 213, 1911, n° 272, 1913.
- JULLIN (A.). — Sur les espèces caractéristiques de la baie du Lazaret dans la rade de Toulon et leur répartition topographique générale. *C. R. Soc. Biol. Paris*, 93, 1925, pp. 1519-1521.
- KOLLER (G.). — Versuche an marinen Wirbellosen uber die Aufnahme geloster Nahrstoffe. *Zeitschr. Wiss. Biol. Abt. C. Zeitschr., Vergleich. Physiol.*, 11 (3), 1930, pp. 437-447.

KOLLMANN (M.). — Sur le processus d'établissement des Moulières dans l'Océan et dans la Méditerranée. *C. R. Fac. Sci. Marseille*, 1, 7, 1942, pp. 106-108.

KOLOSARY (G.V.). — Beitrage zur Kenntniss der Tierassoziationen an *Mytilus galloprovincialis* Lamarek in der Adria. *Zool. Anz.* 131, 1940, pp. 205-208, 2 fig.

KUENEN (D.J.). — On the distribution of Mussels on the intertidal sand flats near Den Helder. *Arch. neerl. Zool.*, 6, 1942, pp. 117-158, fig.

KUHNELT (W.). — Über Anpassungen der Muscheln an ihren Aufenthaltsort. *Biol. Generalis Wien*, 9, 2 (3), 1933, pp. 189-200, pl. XI.

KUHNELT (W.). — Beziehungen zwischen Kalkstoffwechsel und Atmung bei Mollusken der Meeresküste. *Zool. Anz. Leipzig*, 124, 1938, pp. 182-190, 3 fig.

KUHNELT (W.). — Funktionell-anatomische Untersuchungen an Muscheln. *Zool. Jahrb. Abt. Anat. u. Ontog. Tiere*, 65, 4, 1939, pp. 601-644, 3 pl., 38 fig.

LAMBERT (L.). — Ostréiculture et Mytiliculture en Hollande et en Angleterre (en collaboration avec G. Hinard). *Rev. Trav. Paris*, n° 10, juin 1930.

LAMBERT (L.). — Etudes sur la biologie des Mollusques, sur leur reproduction et sur la fixation du naissain. *Rev. Trav. Off. Pêches, Paris*, n° 29, 1931.

LAMBERT (L.). — Mytiliculture. La culture de la Moule en Hollande. *Rev. Trav. Pêches Marit. Paris*, 8, 1935, pp. 431-480, fig., tabl. et cartes.

LAMBERT (L.). — Recherches sur les cultures et la biologie des Mollusques comestibles. *Rev. Trav. Off. Pêches*, n° 45, 1939.

LAMBERT (L.). — La Moule et la Mytiliculture. *Guillot, Versailles*, 1940.

LAMBERT (L.). — Le contrôle et la salubrité des coquillages (décret du 20 août 1939). *Rev. des Trav.*, n° 49, 1943.

LAMBERT (L.). — L'ostréiculture et la mytiliculture en Zélande. *Cultures marines*, n° 10, juin 1949.

LAMBERT (L.). — Mytiliculture en Hollande. *Rev. Off. Pêches*, 1951.

LAMBERT (L.), FAIDEAU (F.) et BLUTEAU (R.). — Ostréiculture et Mytiliculture sur le littoral centre-ouest. *J. Foucher, La Rochelle*, 1929.

LAMY (E.). — Quelques mots sur la durée de vie chez les *Mytilus*. *Journ. de Conchyliol.*, vol. LXXVI, 1933, p. 491.

LAMY (E.). — Coquilles doubles chez les bivalves. *Journ. de Conchyliol.*, vol. LXXVII, 3, 1934, pp. 253-255.

LAPICQUE (L.). — Mécanisme des échanges entre la cellule et le milieu ambiant. *C. R. Ac. Sc.*, 174, 1922, p. 1490.

LAPICQUE (L.). — La cellule est-elle enveloppée d'une membrane cellulaire semi-perméable ? *Ann. de Physiol. et physico-chimie biol.*, t. I, 1925.

LE DANOIS (E.). — Recherches sur les fonds chalutables des côtes de Tunisie (croisière du chalutier « Tanche » en 1924). *Mém. Off. Sc. et Tech. Pêches Marit., série spéciale* n° 3.

LEENHARDT (H.). — De l'action du mazout sur les coquillages. *Rapp. et proc. verb. explor. mer, Copenhague* 35 (Rapport atlantique 1923), 1925, pp. 56-57.

LELOUP (E.). — L'hydraire *Campanularia johnstoni* Alder et le Mollusque *Mytilus edulis* Linné épizoaires sur le crustacé *Pandalus montagui* Leach. *Bull. Mus. Roy. Hist. Nat. Belg.*, t. XVIII, n° 18, mars 1942.

LIST (T.). — Die Mytiliden des Golfes von Neapel und der angrenzenden Meeres-Abschnitte. I. Theil Fauna und Flora des Golfes von Neapel und der angrenzenden Meeres-Abschnitte. 27, *Monographie, Berlin*, 1902.

LOCARD. — Huîtres et Mollusques comestibles. *Baillière*, 1890.

- LOCARD et CAZIOT. — Coquilles marines des côtes de Corse. *Paris*, 1900.
- LOOSANOFF (V.L.). — Shell movements of the edible mussel *Mytilus edulis* L. in relation to temperature. *Ecology, Brooklyn* 23, 2, 1942, pp. 231-234.
- LOOSANOFF (V.L.) et ENGLE (J.B.). — Growth, increase in weight and mortality of Mussels *Mytilus edulis* Linn., living at different depth levels. *Anat. Rec. Philadelphia*, 78, 1940.
- LOPPENS. — Note sur la variabilité et l'éthologie de *Patella vulgata*, *Ann. Soc. Roy. malac, Bruxelles*, 53, 1922, pp. 57-68.
- LOWENSTAM (H.A.). — Environmental relations of modification compositions of certain carbonate secreting marine invertebrates. *Proc. Natl. Acad. Sc.*, 40 (1), 1954, pp. 39-48, illust. Dist. Technol. Pasadena, Calif.
- LOWY (J.). — Contraction and relaxation in the adductor muscles of *Mytilus edulis*. *Journ. Physiol.*, 120 (1/2), 1953, pp. 129-140, illust.
- MAC GINITIE (G.E.). — Notes on the natural history of some marine animals. *Amer. Midland Nat.* 19 (1), 1938, pp. 207-219, 2 pl.
- MAC GINITIE (G.E.). — On the method of feeding of four Pelecypods. *Biol. Bull. Wood's Hole* (80) 1, 1941, pp. 18-25.
- MALCEUF (N.S.R.). — The energy source of the mussel (*Mytilus edulis*) during oxygen lack. *Z. vergl. Physiol.*, 25, 1937, pp. 43-46, graph.
- MANIGAULT (P.). — L'effet de variations expérimentales de salinité, de température, de pH, sur *Littorina obtusata* Linné subsp. *littoralis* Linné. *Bull. Inst. Océanogr. Monaco*, n° 605, 24 août 1932.
- MANIGAULT (P.). — Recherches sur le calcaire chez les Mollusques : Phosphatase et précipitation calcique. Histochimie du calcium. *Ann. Inst. Océanogr. Monaco*, t. XVIII, fasc. V, 1938.
- MARCHAND (H.). — La Mytiliculture en France. *C. R. Assoc. franç. Avanc. Sc. Nîmes*, 1912.
- MARCHAND (H.). — Avenir de la Mytiliculture en Tunisie. *Ann. Soc. Linn. Lyon*, t. 61, 1914, pp. 329-338.
- MARCHAND (H.). — Recherches physiologiques sur la Moule comestible de Provence (*Mytilus galloprovincialis*). Thèse, Lyon 1916.
- MARCHAND (H.). — Avenir de la mytiliculture en Algérie. *Bull. Soc. Hist. Nat. Af. Nord*, t. X, 1919-1921, pp. 157-166.
- MARION (A.F.). — Esquisse d'une topographie zoologique du golfe de Marseille. *Ann. Mus. Hist. Nat.*, mémoire I, 1882-1883.
- MARS (P.). — Malacologie de l'Etang de Berre. *Bull. Mus. Hist. Nat. Marseille*, 9, 1949, pp. 65-116, 5 pl.
- MARS (P.). — Euryhalinité de quelques Mollusques méditerranéens. *Bull. Lab. Aarago, Banyuls*, 1-4, 1950, pp. 441-448.
- MARTRET (G.). — Variations de la concentration moléculaire et de la concentration en chlorures de l'urine des Téléostéens sténohalins en fonction des variations de la salinité du milieu extérieur. *Bull. Inst. Océanogr. Monaco*, n° 774, 10 juin 1939.
- MAYER (A.), MAGNE (H.) et PLANTEFOL (L.). — Recherches préliminaires sur le mécanisme de la diminution des combustions respiratoires par inhibition. *Ann. Physiol.* 2, 1926, p. 47.
- MAYER (A.) et SCHAEFFER (G.). — La composition des tissus en acides gras non volatils et en cholestérine, et l'existence possible d'une « constante lipocylique ». *C. R. Ac. Sci.*, 156, 1913, p. 487.
- MAYER (A.) et SCHAEFFER (G.). — Coefficients lipocytiques et imbibition des cellules vivantes par l'eau. *C. R. Ac. Sci.*, 156, 1913, p. 1253.

MAYER (A.) et SCHAEFFER (G.). — Recherches sur la teneur des tissus en lipoides. *Journ. Physiol. et Pathol. génér.*, 15, 1913, pp. 510-524, 534-548, 773-788, 984-998.

MAYER (A.) et SCHAEFFER (G.). — Recherches sur les constantes cellulaires. Teneur des cellules en eau. *Journ. Physiol. et Pathol. gén.*, 16, 1914, pp. 1-16, 23-28.

MAYER (A.) et SCHAEFFER (G.). — Recherches sur la constante lipocyttique. Teneur des tissus en lipoides phosphorés. *C. R. Ac. Sc.*, 157, 1914, p. 156.

MAC CANCE (R.A.) et SHIPP (H.L.). — The magnesium and other inorganic constituents of some marine Invertebrates. *J. Mar. Biol. Ass. Plymouth*, N.S. 19, 1, 1933, pp. 293-296.

MC DOWELL (M.). — Glycogen of the edible mussel, *Mytilus edulis* L. *Proc. Soc. Expl. Biol. et Med.*, 1927, pp. 86-86.

MC MILLAN (N.F.). — Notes on some Mersey Mollusca. *Proc. Lpool. Nat. F. Cl.* 1942, pp. 11-13.

MEDCOF (J.C.), LEIM (A.H.), NEEDLER (A.B.) et NEEDLER (A.W.H.). — Paralytic shell-fish poisoning on the Canadian Atlantic coast. *Bull. Fish. Res. Board, Canada*, 75, 1947, pp. 1-32, cartes et tabl.

MEYER-WAARDEN (P.F.) et MANN (H.). — Untersuchungen über die Bestände von *Mytilus galloprovincialis* an der italienischen küste auf ihren Befall mit *Mytilicola intestinalis* (Copepoda parasitica). *Boll. Pesca, Piscicult. e Idrobiol.* 8 (2), 1954, pp. 201-220, illust.

MICHEL (A.). — Origine de la perle chez la Moule. *C. R. Soc. Biol., Paris*, 93, 1925, p. 23.

MILLIARD (N.). — Observations and experiments on fouling organisms in Table Bay Harbour, South Africa. *Trans. Roy. Soc. S. Africa*, 33 (4), 1952, pp. 415-446, illust.

MILNE (A.). — The ecology of the Tamar estuary. IV. The distribution of the fauna and flora on buoys. *Journ. Mar. Biol. Assoc. U. K.*, 24 (1), 1940, pp. 69-87.

MILNE (A.). — Some ecological aspects of the intertidal area of the estuary of the Aberdeenshire Dee. *Trans. Roy. Soc. Edinb.*, (60) 1, 1941, pp. 107-139, 7 fig., pl. I-II, tabl.

M'INTOSH. — Additions to the marine fauna of St-Andrew's since 1874. *Ann. Mag. Nat. Hist. London*, 20, 1927, pp. 113-152.

MIYAZAKI (L.). — On the development of the some marine bivalves with special reference to the shelled larvæ. *J. Imp. Fish. Inst. Tokyo*, 31, 1935, pp. 1-10, pl. I-III.

MOORE, WHITLEY, EDIE et DAKIN. — The nutrition and metabolism of marine animals in relationship to : a) dissolved organic matter ; b) particular organic matter in sea water. *Bioch. Journ.*, vol. VI, 1912.

MOORE, EDIE et WHITLEY. — Nutrition of marine animals. *Anat. Anzeig.*, t. XLVII, 1914.

MOORE (H.B.). — The biology of *Purpura lapillus*. II. Growth. *Journ. Marine Biol. Assoc. U. K.*, 23 (1), 1938, pp. 57-66.

MOORE (H.B.). — The biology of *Purpura lapillus*. III. Life history and relation to environmental factors. *Journ. Marine Biol. Assoc. U. K.* 23 (1), 1938, pp. 67-74, 1 pl., 1 fig.

MORI (T.). — *Mytilicola orientalis*, a new species of parasitic Copepoda (In Jap. with English summary). *Dobuts. Zasshi Tokyo*, 47, 1935, pp. 687-693, 3 pl.

MOSSOP (K.E.). — A study of the sea mussel (*Mytilus edulis* L.). *Contr. Canad. Biol. Ottawa*, n° 2, 1921, pp. 17-48, pl.

NEEDHAM (J.). — On the penetration of marine organisms into fresh water. *Biol. Zbl Leipzig*, 50, 1930, pp. 504-509.

NELSON (T.C.). — Pelagic dissoconchs of the common mussel, *Mytilus edulis*, with observations on the behavior of the larvæ of allied genera. *Biol. Bull. Marine Biol. Lab.* 55 (3), 1928, pp. 180-192, 6 fig.

NETTER et RIBADEAU-DUMAS. — Accidents toxiques à forme paralytique dus à l'ingestion des moules. *C. R. Soc. Biol.* 13 juillet 1907.

NEWCOMBE (C.L.). — A study of the community relationships of the sea mussel, *Mytilus edulis* L. *Ecology Brooklyn*, 16, 2, 1935, pp. 234-243.

NEWELL (B.S.). — Cellulolytic activity lamellibranch crystalline style. *Journ. Marine Biol. Assoc. U. K.*, 32 (2), 1953, pp. 491-495.

NOBRE (A.). — Moluscos marinhos de Portugal. *Companhia Editora do Minho, Barcelos*, 1936, 378 p.

NOE-NYGAARD (A.). — Remarks on *Mytilus edulis* L. in raised beaches in East Greenland. *Medd. Gronland*, 95, 2, 1933, pp. 1-23, fig. et pl.

ODLAUG (T.O.). — The effect of the copepod *Mytilicola orientalis* upon the Olympia oyster *Ostrea lurida*. *Trans. Amer. micr. Soc. Menasha*, 65, 4, 1946, pp. 311-317.

ORTON (J.H.). — Studies on the relation between organism and environment. *Proc. Liverpool Biol. Soc.*, 46, 1932, pp. 1-16.

ORTON (J.H.). — Strange spatfall, of the Common Mussel on the Common Cockle. *Nature London*, 131, 3-310, 1933, pp. 513-514.

ORTON (J.H.). — Some limiting factors in the environment of the common limpet, *Patella vulgaris*. *Nature London*, 131, 3-315, 1933, pp. 693-694.

PALLARY (P.). — Addition à la faune malacologique du golfe de Gabès. *J. Conchyliol.*, vol. LIV, n° 2, 28 nov. 1906.

PALLARY (P.). — Sur la faune de l'ancienne lagune de Tunis. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, t. III, 1912, pp. 215-228, 1 pl.

PALLARY (P.). — Liste des Mollusques du golfe de Tunis. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, t. V, 1914, pp. 12-27.

PALOMBI (A.). — Di un nuovo ospitatore della cercaria del l'*Echinostomum secundum* Nicoll 1906 : *Mytilus galloprovincialis* Lmk. *Boll. Soc. Nat. Napoli*, 36, 1925, pp. 49-51.

PALOMBI (A.). — Nuova cercaria di *Mytilus galloprovincialis* Lamk. *Cercaria megalophalos* n. sp. *Ann. Mus. Zool. R. Univ. Napoli*, 5 (17), 1926, pp. 1-3, 2 fig.

PALOMBI (A.). — *Eugymnanthea inquilina* nuova leptomedusa derivente de un atecota idroide ospite interno di *Tapes decussatus* L. *Pubb. Staz. Zool. Napoli*, 15, 1936, pp. 159-168, fig., pl.

PELSENEER (P.). — Un parasite immédiat (*Odostomia rissoides*) et un parasite médiat (*Monstrilla helgolandica*) de la Moule commune. *C. R. Biol.* t. LXXV, 14 nov. 1913, p. 335.

PELSENEER (P.). — Variation dans les Mollusques. *Ann. Soc. Roy. Zool. malac. Belg.* 54, 1923, pp. 68-78.

PELSENEER (P.). — La proportion relative des sexes chez les animaux et particulièrement chez les Mollusques. *Mém. Acad. R. Belg., Cl. Sci.*, 2ème s., vol. 8, n° 11, 1926.

PELSENEER (P.). — Périodicité diurne dans la ponte des Mollusques. *Ann. Soc. Zool. Belg.* 1926.

PELSENEER (P.). — Les parasites des Mollusques et les Mollusques parasites. *Bull. Soc. Zool. France*, tome LIII, 1928.

PERES (J.M.) et PICARD (J.). — Biotopes et biocénoses de la Méditerranée occidentale comparés à ceux de la Manche et de l'Atlantique Nord-Orientale. *Arch. Zool. Exp. et génér.*, t. 92, fasc. 1, février 1955, pp. 1-72.

PETERSEN (C.G.) et JENSEN (P.B.). — Valuation of the sea : Animal life of the sea bottom, its food and quantity (quantitative studies). *Rep. Danish Biol. stat.*, vol. LXX, 1911.

PHILIPPSON (M.), HANNEMET (G.) et THIÉREN (J.). — Sur l'adaptation d'*Anodonta cygnea* à l'eau de mer. *Arch. int. de Physiol.*, 9, 1910, pp. 460-472.

PIEH (S.). — Über die Beziehungen zwischen Atmung, Osmoregulation und Hydratation der Gewebe bei euryhalinen Meeresevertebraten. *Zool. Jahrb. Abt. Allg. Zool. u. Physiol.* 56 (2), 1936, pp. 129-160, 6 fig.

PILGRIM (R.L.C.). — Osmotic relations in Molluscan contractile tissues. I. Isolated ventricle-strip preparation from lamellibranchs (*Mytilus edulis* L., *Ostrea edulis* L., *Anodonta cygnea* L.). *J. Exp. Biol.*, 30, 1953, pp. 297-317, 9 figs, tabl.

PILGRIM (R.L.C.). — Osmotic relations in Molluscan contractile tissues. II. Isolated gill preparations from lamellibranchs (*Mytilus edulis* L., *Ostrea edulis* L., *Anodonta cygnea* L.). *J. Exp. Biol.*, 30, 1953, pp. 318-330, 4 fig.

PLATEAU. — Influence de l'eau douce sur les animaux marins. *C. R. Ac. Soc.*, t. 97, 1883, p. 467.

PODHRADSKY (J.). — Nouvelle recherches sur l'utilisation par les animaux aquatiques des matières organiques dissoutes dans l'eau. *C. R. Soc. Biol.* XCVIII, 1928, p. 1033.

POHL (L.). — La culture sous-marine des perles fines. *Bull. Soc. Centr. aquicult. et pêche*, avril-juin 1924.

POIRION (L.). — Note sur la faune des souterrains du port de La Pallice. *Ann. Soc. Sci. nat. Charente Inf. N. S.*, 1, 8, 1934, pp. 129-135, fig.

PORTIER (P.). — Le milieu intérieur dans la série animale. *Centre de Docum. Universit. Paris*, 1934.

PORTIER (P.). — Les phénomènes de respiration et de circulation. *Cours de Sorbonne, C. D. S.*, 1935.

PORTIER (P.). — Le milieu intérieur. *Encyclopédie française*, 4, 1937.

PORTIER (P.). — Physiologie des animaux marins. *Bibl. Phil. Scient.*, Flammarion, 1938.

POURCEL (L.). — La Moule comestible de la Méditerranée septentrionale : *Mytilus galloprovincialis*. *Ann. Soc. Hist. Nat. Toulon*, 1925, p. 4811.

POWERS (E.B.). — The relation between pH and aquatic animals. *Amer. Nat. N.Y.*, 64, 1930, pp. 342-366.

PRAT (H.). — Recherches sur la respiration des organismes submergés. *Bull. Inst. Océanogr. Monaco*, n° 824, 21 mai 1942.

PURCHON (R.D.). — Studies on the biology of the British Channel-Laboratory experiments on specie of Lamellibranchia. *Proc. Bristol Nat. Soc.*, 4, 8, 3, 1938, pp. 321-323.

PUTTER (A.). — Die Ernährung der Wassertiere. *Zeit. f. allg. physiol.*, Bd VII, 1907.

PUTTER (A.). — The nutrition of marine animals by dissolved organic material. *Rep. of the Brit. Assoc. for the Adv. of Sc. Dundee*, 1912.

QUINTON (R.). — Perméabilité de la paroi extérieure de l'Invertébré marin, non seulement à l'eau, mais encore aux sels. *C. R. Acad. Sc.*, t. 131, 1900, p. 952.

RAABE (Z.). — Remarks on protozoan parasitocenose of some representatives of genus *Mytilus*. *Ann. Univ. N. C. Skodovska Lublin*, 4 C 1, 1949, pp. 1-16.

RAFFY (A.). — Recherches physiologiques sur le mécanisme de la mort des Poissons sténohalins soumis à des variations de salinité. *Bull. Inst. Océanogr. Monaco*, n° 602, 30 juin 1932.

RAFFY (A.). — Détermination du rapport = $\frac{\text{poids de la coquille}}{\text{poids total}}$ chez quelques Gastéropodes marins. *J. Conchyliol.*, vol. LXXIX, n° 2, 15 nov. 1935, pp. 162-173.

RANSON (G.). — L'absorption de matières organiques dissoutes par la surface extérieure du corps chez les animaux aquatiques. *Ann. Inst. Océanogr. Monaco*, t. IV, fasc. 3, 1927.

RANSON (G.). — Les huîtres, biologie, culture. Lechevalier, Paris, 1951, 260 p., 19 pl.

RAO (K.P.). — Tidal rhythmicity of rate of water propulsion in *Mytilus* and its modifiability by transplantation. *Biol. Bull.*, 106, 3, juin 1954, pp. 353-359.

RAVERA (O.). — Ricerche sul bisso e sulla sua secrezione. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, 22, 1950, pp. 95-105, pl. I-IV.

REGNARD (P.). — Recherches expérimentales sur les conditions physiques de la vie dans les eaux. Masson, Paris, 1891.

REGNARD (P.) et PORTIER (P.). — Influence de la pression sur la vie. Physique biologique de d'Arsonval, Chauveau, Gabrill, Marey, Masson, Paris, 1901.

REMBERGER et NOURI, DEFRESSINE et CAZENEUVE. — Sur la présence dans les Moules d'un vibron paracolérique. *C. R. Soc. Biol.*, 1912, p. 80.

REMY (P.). — Contribution à l'étude de l'appareil respiratoire et de la respiration chez quelques Invertébrés. Thèse, Nancy, 1925.

RICCI (E.). — Recherches expérimentales sur l'adaptation de la Moule commune aux changements de salinité. *Ass. franç. Av. Sci., Nice*, 1938, pp. 403-406.

RICCI (E.). — L'adaptation de la Moule commune (*Mytilus galloprovincialis*) aux changements de salinité : recherches biologiques et physico-chimiques. *Ann. Fac. Sc. Marseille*, t. XII, fasc. 1, 1939, pp. 47-80, 9 pl.

RICCI (E.). — Détermination du sexe des Moules (*Mytilus galloprovincialis* Lmk). *Bull. Mus. Hist. Nat. Marseille*, t. I, n° 2, avril 1941, pp. 137-139.

R.CC. (E.). — Caractères sexuels chez la Moule comestible de Provence (*Mytilus galloprovincialis* Lmk). *C. R. Somm. Tr. Fac. Sci. Marseille*, 1ère série, t. I, fasc. II et III, 1941, pp. 42-45.

RICCI (E.). — Nouvelles observations sur les caractères sexuels de la Moule. *C. R. Somm. Tr. Fac. Sci. Marseille*, 1942.

RICCI (E.). — Quelques remarques sur la sexualité chez la Moule. *Bull. Soc. Linn. Provence*, t. XIV, n° 2, avril 1943.

RICCI (E.). — Une anomalie coquillière de la Moule. *Bull. Mus. Hist. Nat. Marseille*, 4, 1, 1944, pp. 62-64, fig.

RICCI (E.). — Essai sur la mytiliculture en Tunisie. *Bull. Stat. Océanogr. Salammbô*, n° 52, sept. 1955.

RICCI (E.). — Teneur en matières organiques dissoutes dans le golfe de Tunis. *Bull. Stat. Océanogr. Salammbô*, n° 53, mars 1956.

RICCI (E.). — Caractères sexuels chez la Moule comestible (*Mytilus edulis* L.). *Bull. Lab. Arago, Banyuls* (à l'impression).

RICHARDS (O.W.). — The growth of the mussel *Mytilus californianus*. *Nautilus*, 41, 1928, pp. 99-101.

RICHARDS (O.W.). — The growth of the mussel *Mytilus edulis* at Wood's Hole, Massachusetts. *Anat. Rec. Philadelphia*, 54, suppl. 1932, p. 22.

RICHARDS (O.W.). — The measurement of the growth of Mussel from X rays pictures of the shells. *Anat. Rec. Philadelphia*, 54, suppl. 1932, p. 39.

ROBERTS (C.H.). — Oil pollution. The effect of oil pollution upon certain forms of aquatic life and experiments upon the rate of absorption, through films of various fuel oils, of atmospheric oxygen by seawater. *Journ. Conseil Copenhagen*, 1, 1926, pp. 267-275.

ROCHE (J.), CHOUAIECH (M.S.), DERRIEN (Y.), DUMAZERT (C.) et FONTAINE (M.). — Recherches biochimiques sur les humeurs des animaux marins. *Ann. Inst. Océanogr. Monaco*, t. XX, fasc. III, 1940.

RODIER (E.). — Observations et expériences comparatives sur l'eau de mer, le sang et les liquides internes des animaux marins. *Trav. Stat. Zool. Arcachon*, 1899, pp. 103-123.

RONKIN (R.R.). — The uptake of radioactive phosphatase by the excised gill off the mussel *Mytilus edulis*. *J. cell. comp. Physiol.*, 35, 1950, pp. 241-260, 5 fig., 1 tabl.

ROUCH (J.). — Température et salinité de la mer sur les côtes de France et d'Afrique du Nord. *Bull. Inst. Océanogr. Monaco*, n° 904, 15 nov. 1946.

SABATIER (A.). — Monographie anatomique de *Mytilus edulis*. *Ann. Sc. Nat. Zool.*, 6ème série, t. V, 1877.

SABBATANI (L.). — Détermination du point de congélation des organes animaux. *Journ. Physiol. Pathol. gén.*, 3, 1901, pp. 939-950.

SABBATANI (L.). — Sulla pressione osmotica degli organismi. *Arch. di Fisiol.*, 4, 1907, pp. 6-14.

SAPEIKA (N.). — Mussel poisoning. *S. Afr. med. J. Cape Town*, 22, 10, 1948, pp. 337-338.

SAVILOV (A.I.). — La croissance des Invertébrés *Mytilus edulis*, *Mya arenaria* et *Balanus Balanoides* de la Mer Blanche (en russe). *Č. R. Trav. Inst. Océanogr. Ac. Sc. URSS*, tome 7, 1953, pp. 198-259, tabl., fig., graph.

SCATTERGOOD (L.W.) et TAYLOR (C.C.). — The mussel resources of the North Atlantic region. Part I. The survey to discover the locations and areas of the North Atlantic mussel-producing beds. *Commerc. Fish. Rev.*, XI, 9, 1949, pp. 1-10, fig.

SCATTERGOOD (L.W.) et TAYLOR (C.C.). — The mussel resources of the North Atlantic region. Part II. Observations on the biology and the methods of collecting and processing the mussel. *Commerc. Fish. Rev.*, XI, 10, 1949, pp. 8-20, fig.

SCATTERGOOD (L.W.) et TAYLOR (C.C.). — The mussel resources of the North Atlantic region. Part III. Development of the fishery and the possible need for conservation measures. *Commerc. Fish. Rev.*, XI, 11, 1949, pp. 3-13, fig.

SCHACHTER (D.). — Contribution à l'étude écologique de la Camargue. Le milieu aquatique et sa faune. Thèse Doct. Fac. Sci. Paris, 1950.

SCHEER (B.T.). — Some features of the the metabolism of the carotenoid pigments in the California sea mussel (*Mytilus californianus*). *J. Biol. Chem.*, 136, 1, 1940, pp. 275-299, fig., tabl.

SCHLIEPER (C.). — Über die Einwirkung niederer Salskonzentrationen auf marine Organismen. *Z. Vergl. Physiol.*, 9, 1929, pp. 478-514.

SCHLIEPER (C.). — Über das Eindringen mariner Tiere in das Susswasser. *Biol. Zbl. Leipzig*, 51, 1931, pp. 401-412.

SCHLIEPER (C.). — Über die physiologischen Wirkungen des Brackwassers (Nach Versuchen an der Miesmuschel *Mytilus edulis*). *Kieler Meeresforschungen*, vol. XI, 1955, pp. 22-33.

SCHLIEPER (C.). — Die Regulation des Herzschlages der Miesmuschel *Mytilus edulis* L. bei geöffneten und bei geschlossenen Schalen. *Kieler Meeresforschungen*, vol. XI, 1955, pp. 139-148.

SCHLIEPER (C.) et KOWALSKI (R.). — Quantitative Beobachtung über physiologische Ionenwirkungen im Brackwasser. *Kieler Meeresforschungen*, vol. XII, fasc. 2, 1956, pp. 154-165.

SCHWARTZ (A.). — Der Lichteinfluss auf die Fortbewegung, die Einregelegung und das wachstum bei einigen niederen Tieren (*Littorina*, *Cardium*, *Mytilus*, *Balanus*, *Teredo*, *Sabellaria*). *Senskenbergiana Frankfurt*, 14, 6, 1932, pp. 429-454.

SCORDIA. — I limiti du eurioalinita nel *Cardium edule*. *Boll. Pesca, piscicolt., idrobiol.*, Anno II, fasc. VI, 1926, pp. 66.

SINGH (I. et Mrs). — The electrical resistance of unstriated muscle and other tissues and its relation to permeability and excitability. *Proc. Indian Acad. Sci.*, 18 B 3, 1943, pp. 58-70.

SOOT-RYEN (T.). — Studies on the shell-proportions of some Norwegian Mytilidæ. *Nyt. Mag. Naturvidensk*, 65, 1927, pp. 321-338.

SPITZER (J.M.). — Physiologischokologische Untersuchungen über den Exkretstoffwechsel der Mollusken. *Zool. Jahrb. Jena (Allg. Zool.)*, 57, 1937, pp. 457-496, tabl.

STOHLER (R.). — Beitrag zur Kenntnis des Geschlechtszyklus von *Mytilus californianus* Conrad. *Zool. Anz.* 90, 9/12, 1930, pp. 263-268, 3 fig.

STTOHLER (R.). — Gewichtsverhältnisse bei gewissen marinen Evertebraten. *Zool. Anz.*, 91, 5/8, 1930, pp. 149-155.

STORROW (B.). — Experiments in transplanting mussels at Whitby. *Rep. Dove Mar. Lab. Cul-lercoats*, (3) 5, 1937, pp. 40-42.

STRELIN (G.). — Experimental study on the development of Molluscs in connection with the problem of physiological gradients. *C. R. Acad. Sci. Moscou*, N. S. (24), 9, 1939, pp. 942-944.

SWART (D.B.). — Note on the South Africa marine mussel *Mytilus meridionalis*, Krauss (1848). *Trans. Roy. Soc. S. Africa*, 13 (4), XXXVII, 1926.

TCHANG-SI. — Résistance aux variations de température chez quelques animaux marins. *C. R. Soc. Biol., Paris*, 1934, pp. 656-1057.

TEISSONNIERE (M.). — Exposé de la situation conchylicole sur le littoral méditerranéen dans ses rapports avec la santé publique. *Off. Sc. Pêches marit., Paris* 1931.

TEISSONNIERE (M.). — Salubrité des Coquillages produits et consommés sur le littoral méditerranéen. *Ann. Hyg. publ. ind. et soc.*, n° 1, Paris 1933.

TERROINE (E.F.). — Constance de la concentration des organismes totaux en acides gras et en cholestérine. *C. R. Ac. Sc.*, 159, 1914, p. 105.

TERROINE (E.F.) et WEILL (J.). — Indices lipocytiques au cours d'états physiologiques variés. *Journ. Physiol. Path. gén.*, 15, 1913, pp. 549-563.

THORSON (G.). — Ecologie de la reproduction et du développement larvaire des Invertébrés marins. Rapport au XIIIème Congrès Intern. Zool., Sect. VI Invertébrés, Paris, juillet 1948.

TIMON-DAVID (J.) et CERESOLA (G.). — Influence du sexe sur les lipides de quelques mollusques marins. *C. R. Ac. Sc.*, t. 201, 4 novembre 1935, p. 853.

TOPPING (F.L.) et FULLER (J.L.). — The accommodation of some marine Invertebrates to reduced osmotic pressures. *Biol. Bull. Wood's Hole*, 82, 1942, pp. 372-384.

TRAHMS (O.K.). — Die Grosse und kalkreduktion bei *Mytilus edulis* L. in Rugenschen Binnengewässern. *Zeitschr. Morph. u. okol. Tiere*, 35 (2), 1939, pp. 246-250, 1 fig.

TRAWINSKI (A.). — Etudes sur les microbes et la putréfaction de la chair des Moules et des crustacés comestibles. *Bull. Inst. Océanogr. Monaco*, n° 632, 20 sept. 1933.

TRAWINSKI (A.). — Etudes sur la putréfaction de la chair des Mollusques comestibles. *Bull. Inst. Océanogr. Monaco*, n° 683, 1935.

TRUEMAN (E.R.). — Observations on the ligament of *Mytilus edulis*. *Quart. J. micr. Sci. London*, 91, 1950, pp. 222-235, 9 fig.

TURCHINI (J.) et BROUSSY (J.). — Contribution à l'étude histologique de la glande byssogène des Lamellibranches. I. *Mytilus edulis* L. *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 59, 1935, pp. 528-534, figs.

UZMANN (J.R.). — *Cercaria milfordensis* nov. sp., a microcercous trematode larva from the marine bivalve, *Mytilus edulis* L., with special reference to its effect on the host. *J. Parasit.* 39, (4 sect. 1), 1953, pp. 445-451, 2 pl.

VARLET (F.). — Température de congélation de l'eau de la Méditerranée. *Bull. Inst. Océanogr. Monaco*, n° 905, 30 nov. 1946.

VATOVA (A.). — Ricerche preliminari sulle biocenosi della Laguna Veneta. *Boll. Soc. adriat. Sci. nat. Trieste*, 30, 2, 1931, pp. 53-62.

VIDAL (L.). — Essais de mytiliculture dans la ferme aquicole de Port-de-Bouc, près Marseille (Méditerranée). *Bull. Soc. impér. Acclimatation*, 2ème s. IV, 1867, p. 641.

VIDAL (L.). — Monographie de la Moule. *Bull. Soc. Acclim.* Paris, 1871.

VILELA (H.). — Vida bentonica de *Tapes decussatus*. Estação de Biologia Maritima, Aquário Vasco de Gama, Lisboa, n° 53, outubro 1950.

VINOGRADOV (A.P.). — The elementary chemical composition of marine organisms. Sears foundation for marine research, Yale University, 1953.

VOLZ (P.). — Die Kieme der Miesmuschel, ein Schönes Objekt zum Studium der Flimmerbewegung. *Mikrokosmos Stuttgart*, 30, 8, 1937, pp. 123-126, fig.

WALLENGREN (H.). — Zur Biologie der Muscheln. 1°) Die Wasserströmungen ; 2°) Die Nahrungsaufnahme. *Lunds Universitetes Arsskrift NF. Avd. Bd 1, FSH, Bd. 16*, 1905.

WEBB (W.F.). — A catalogue of recent Mollusca and other marine Invertebrates from all parts of the world. Rochester, New-York, 1939, 148 p., 34 pl., 574 fig.

WELLER (H.) et RONKIN (R.R.). — Effects of 2, 4 dinistropheol upon oxygen consumption and ciliary activity in the ctenidia of *Mytilus*. *Proc. Soc. exp. Biol.*, N. Y. 81, 1, 1952, pp. 65-66.

WELLS (G.P.), LEDINGHAM (I.) et GREGORY (M.). — Physiological effects of a Hypotonic Environment. II. Shock effects and accommodation in Cilia (*Pleurobranchia*, *Mytilus*, *Arenicola*) following sudden salinity changes. *J. exp. Biol. London* (17), 4, 1940, pp. 378-385.

WERNER (B.). — Über die Entwicklung und Artunterscheidung von Muschellarven des Nordseepanktons, unter besonderer Berücksichtigung der Schalenentwicklung. Mit einem Beiträge zur Kenntnis der Laichzeiten der Nordseemuscheln. *Zool. Jahrb. Abt. Anat. u. Ontog. Tiere*, 66 (1), 1939, pp. 1-54, 22 fig.

WHITE (K.). — On typical British marine plants and animals. XXXI. *Mytilus*. Liverpool Marine Biol. Comm. Mem. 31, the University Press of Liverpool, march 1937, pp. 1-117, pl. I-X.

WIGGLESWORTH (E.). — The story of cultured pearls. *Bull. New England Mus. Nat. Hist.*, 86, 1938, pp. 3-7, 6 fig.

WILLEMSEN (J.). — Quantities of water pumped by mussels (*Mytilus edulis*) and cockles (*Cardium edule*). *Arch. neerl. Zool.*, 10, 1952, pp. 153-160.

WITTING. — Über das Blut einiger Crustaceen und Mollusken. *Journ. f. prakt. Chim.*, t. 73, 1858, p. 121.

WOLOSZYNSKA (J.) et CONRAD (W.). — *Pyrodinium phoneus*, n. sp., agent de la toxicité des Moules du Canal maritime de Bruges à Zeebrugge. *Bull. Mus. Hist. Nat. Belg.*, vol. XV, n° 46, 1939.

WOOTMANN (K.D.). — Beiträge zur Nervenphysiologie von *Mytilus edulis*. *Zeitschr. Wiss. Biol. Abt. C. Zeitschr. Vergleich Physiol.*, 4 (4), 1926, pp. 488-527, 12 fig.

WORLEY (L.G.). — Studie of the vitally stained Golgi apparatus. II. Yolk formation and pigment concentration in the mussel *Mytilus californianus*. *Conrad. J. Morph. Philadelphia*, 75, 1, 1946, pp. 77-95, pl. 1-3.

YOUNG (R.T.). — The distribution of the mussel (*Mytilus californianus*) in relation to the salinity of its environment. *Ecology, Brooklyn*, 22, 4, 1941, pp. 379-386, tabl.

YOUNG (R.T.). — Spawning season of the Californian mussel *Mytilus californianus*. *Ecology, Brooklyn*, 23, 4, 1942, pp. 490-492.

YOUNG (R.T.). — Stimulation of spawning in the mussel (*Mytilus californianus*). *Ecology, Brooklyn*, 26, 1, 1945, pp. 58-69.

YONGE (C.M.). — The monomyarian condition in the Lamellibranchia. *Trans. Roy. Soc. Edinb.*, 62, II, n° 12, 1953, pp. 443-478, 13 fig.

ZOBELL (C.E.) et LANDON (W.A.). — Bacterial nutrition of the California mussel. *Proc. Soc. exp. Biol.*, 36, 5, 1937, pp. 607-609.

TABLE

INTRODUCTION	1
HISTORIQUE	5
I. — CARACTERES SEXUELS	11
1° Généralités - Détermination du sexe	11
2° Résultats	11
II. — DONNEES NOUVELLES SUR LA COQUILLE	19
1° Proportions entre les trois dimensions principales de la coquille	19
2° Proportions moyennes en fonction du sexe	21
3° Poids comparés des deux valves	22
III. — RESISTANCE DES MOULES AUX MODIFICATIONS RAPIDES DU MILIEU EXTERIEUR	25
1° Généralités	25
2° Influence de la composition chimique des liquides d'expérience	27
3° Influence du sexe	30
4° Saison	34
5° Température	37
6° Réaction du liquide d'expérience	39
7° Influence du sexe en milieu acidifié ou alcalinisé	53
8° Variations du pH	62
9° Conditions de vie avant les expériences	64

IV. — RESISTANCE DES MOULES AUX MODIFICATIONS LENTES DU MILIEU EXTERIEUR	69
1° Méthodes	69
2° Résultats	71
V. — VARIATIONS DE POIDS	81
1° Généralités	81
2° Méthodes	81
3° Résultats	84
A - Adaptation rapide	84
B - Adaptation lente	86
VI. — QUELQUES ASPECTS PARTICULIERS DES VARIATIONS DE POIDS	95
1° Influence du degré de la concentration extérieure dans l'adaptation rapide	95
2° Influence de la réaction du milieu	98
A - Action d'une acidité élevée	98
B - Action d'une alcalinité élevée	104
VII. — TENEUR EN EAU ET CONCENTRATION MOLECULAIRE DES TISSUS	111
1° Détermination du poids sec	111
2° Concentration moléculaire des tissus	118
VIII. — LA MOULE EN TUNISIE	125
1° Généralités - Historique	125
2° Conditions d'établissement des parcs à Moules	126
3° Teneur en matières organiques dissoutes	129
4° Avenir de la mytiliculture tunisienne	140
CONCLUSIONS	143
BIBLIOGRAPHIE	147

